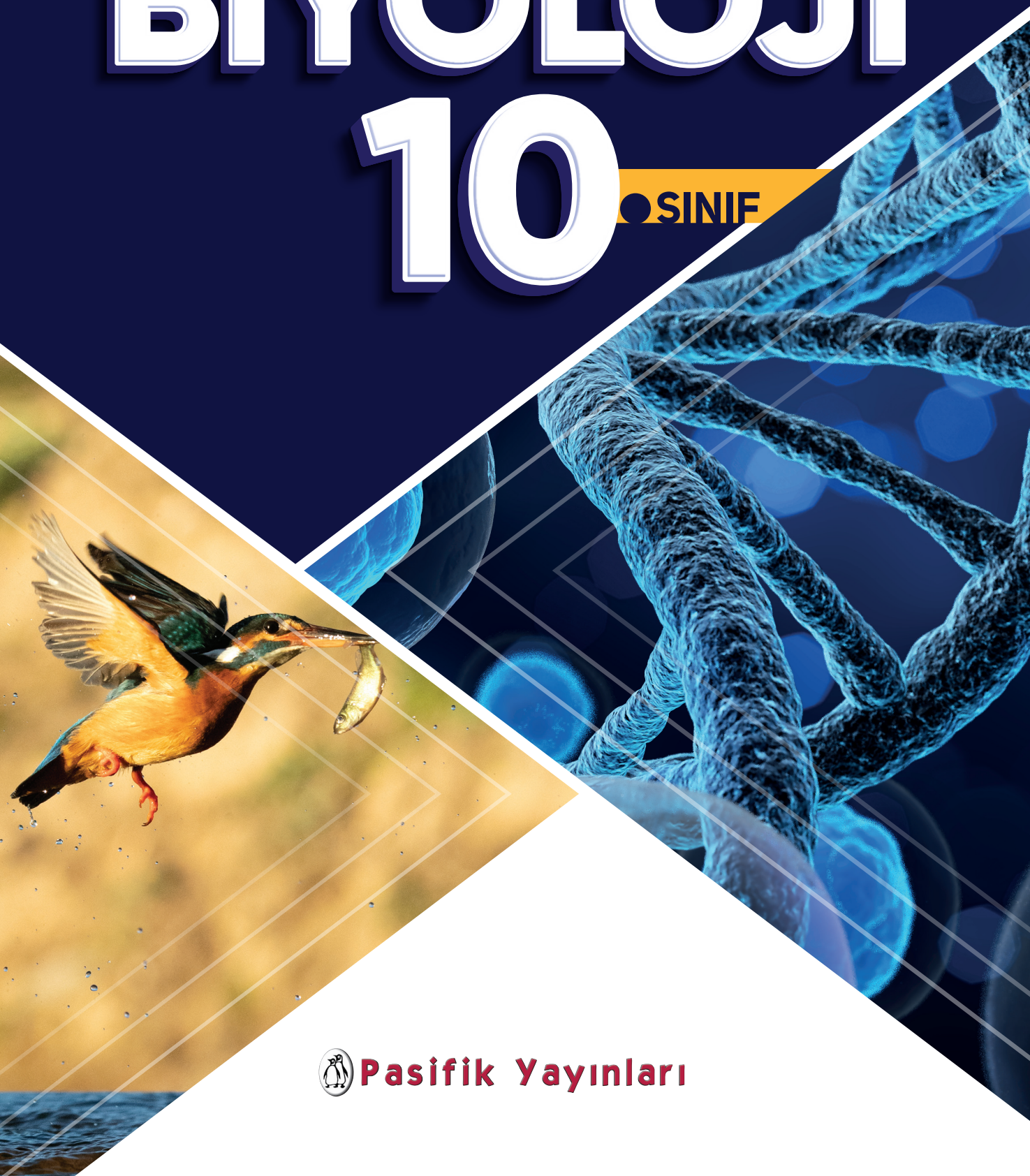
T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI | ORTAÖĞRETİM | DERS KİTABI

BİYOLOJİ

10 SINIF



Pasifik Yayınları

Ortaöğretim

BİYOLOJİ

10. SINIF

DERS KİTABI

Şenay BOYRAZ TOPALOĞLU

Bu kitap, Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının **28.11.2022** tarihli ve **95** sayılı (ekli listenin 33'üncü sırasında) kurul kararı ile **2023-2024** Öğretim Yılından itibaren **5** (beş) yıl süreyle **ders kitabı** olarak kabul edilmiştir.

Pasifik Yayınları

PASİFİK GRUP YAYINCILIK BİLİŞİM TEKNOLOJİ EĞİTİM SAN. VE TİC. A.Ş

Mutlukent Mahallesi Binsesin Sitesi 1979. Cadde No: 6 Ümitköy Çankaya / ANKARA
tel.: (0312) 395 98 43 (Pbx) belgeç: (0312) 395 98 47
www.pasifikyayin.com.tr • e-posta:pasifik@pasifikyayin.com.tr

Her hakkı saklıdır ve Pasifik Grup Yayıncılık Bilişim Teknoloji Eğitim San. ve Tic. A.Ş. ne aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

Editör

Sezer TOPALOĞLU

Program Geliştirme Uzmanı

Prof. Dr. Erten GÖKÇE

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Hasan Fehmi ÖZDEMİR

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı

Yıldız TANRIVER

Dil Uzmanı

Sıddıka Belgin KURUKÜTÜK

Görsel Tasarım Uzmanı

Pınar MERAL

ISBN: 978-605-5923-39-6

Yayıncı Sertifika No: 47527

Baskı, Cilt:
Özgün Matbaacılık San. ve Tic. A.Ş.
Gazi Mahallesi Özgün Caddesi No: 4
Temelli - Sincan / ANKARA
Tel: 0 (312) 645 19 10 (Pbx) Belgeç: 0 (312) 645 19 19
Matbaa Sertifika No.: 44327

Ankara, 2023

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

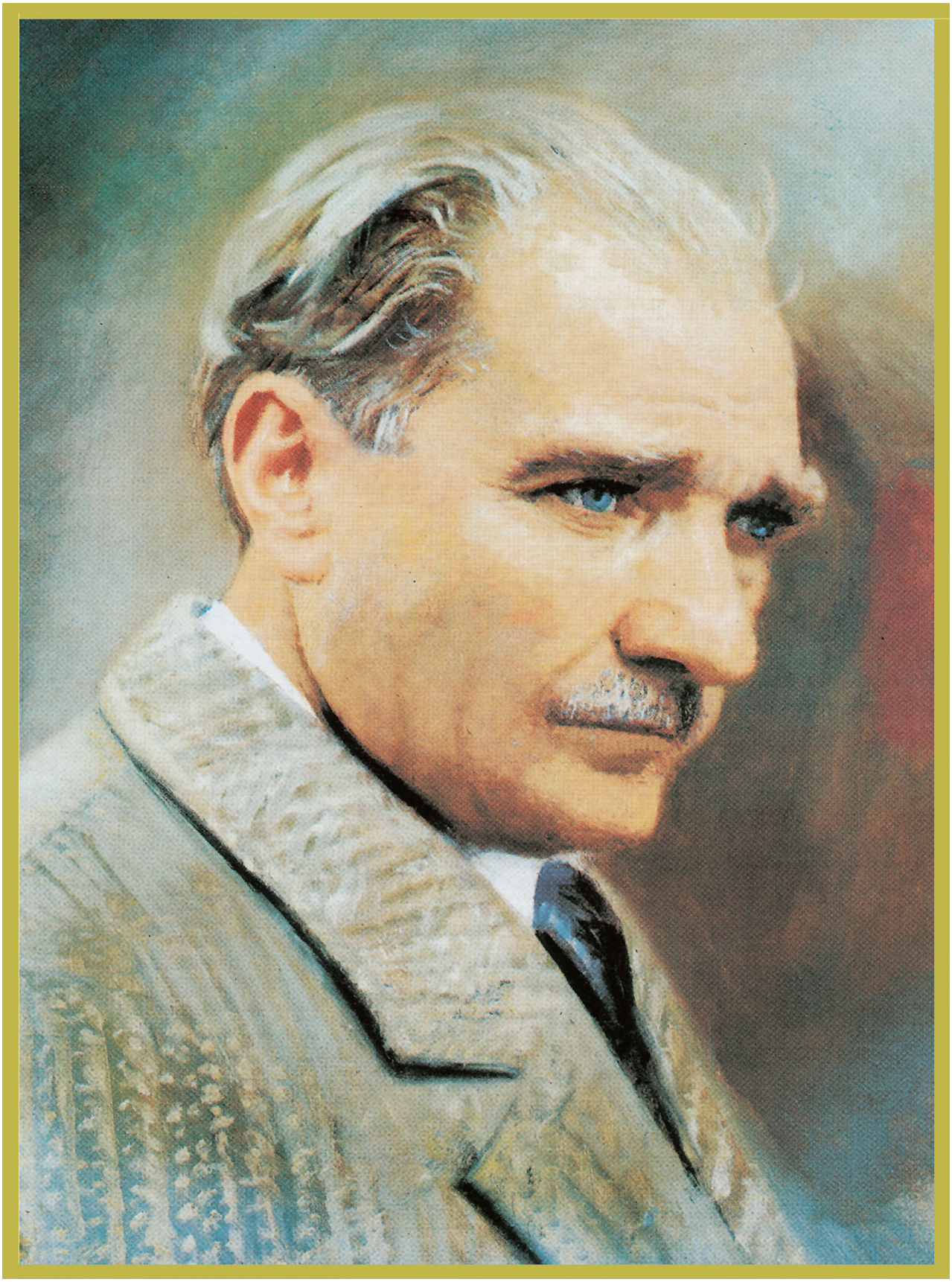
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

Kitabımızı Tanıyalım 10

Mikroskobun Yapısı ve Kullanımı 14

Sağlık ve Güvenlik Kuralları 15

1. ÜNİTE: HÜCRE BÖLÜNMELERİ 16

1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME 18

1.1.1. Canlılarda Hücre Bölünmesinin Gerekliliği 18

A. Hücre Bölünmesinin Önemi 18

B. Bölünmenin Hücresel Gerekçeleri 19

1.1.2. Mitozla İlgili Kavramlar 19

A. Kromozomların Yapısı ve Hücre Bölünmesindeki Rolü 19

B. Hücre Döngüsü 20

C. Hücre Döngüsünün Evreleri 21

I. İnterfaz 21

II. Mitotik Faz 21

Ç. Hücre Bölünmesinin Kontrolü ve Kanser 27

1.1.3. Eşeysiz Üreme 28

A. Eşeysiz Üreme Çeşitleri 28

I. Bölünerek Üreme 28

II. Tomurcuklanma ile Üreme 29

III. Sporla Üreme 30

IV. Rejenerasyonla Üreme 30

V. Partenogenez 31

VI. Vejetatif Üreme 32

VII. Doku Kültürü Tekniği 34

B. Eşeysiz Üremenin Tarımsal Önemi 34

Bölüm Ölçme ve Değerlendirme Soruları 36

1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME 38

1.2.1. Mayozun Önemi ve Evreleri 38

A. İnterfaz 42

B. Mayoz I 42

C. Mayoz II 44

1.2.2. Eşeyli Üreme 47

Bölüm Ölçme ve Değerlendirme Soruları 50

Ünite Ölçme ve Değerlendirme 52

2. ÜNİTE: KALITIMIN GENEL İLKELERİ 58
2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK 60
2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları 60
A. Mendel ve Temel Olasılık İlkeleri 61
B. Mendel Genetiği 63
I. Gamet Bulma 67
II. Monohibrit Çaprazlama 68
III. Dihibrit Çaprazlama 71
IV. Kontrol Çaprazlaması 74
C. Mendel Genetiğinden Ayrılmalar 76
I. Eş Baskınlık 76
II. Çok Alellilik 76
Ç. Kalıtımın Kromozomal Teorisi 80
I. Bağımsız Genler 80
II. Bağlı Genler 81
III. Krossing Over ve Kromozom Haritaları 82
IV. Eşeye Bağlı Kalıtım 83
a. X Kromozomuna Bağlı Kalıtım 84
b. Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım 86
D. Soyağaçları 87
E. Akraba Evliliği 93
2.1.2. Genetik Varyasyonlar ve Biyolojik Çeşitlilik 96
Bölüm Ölçme ve Değerlendirme Soruları 100
Ünite Ölçme ve Değerlendirme 104

3. ÜNİTE: EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI 112
3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ 114
3.1.1. Ekolojinin Temel Birimi: Ekosistem 114
A. Ekosistemi Etkileyen Faktörler 116
I. Abiyotik Faktörler 117
a. Güneş Işığı 117
b. Sıcaklık 117
c. İklim 118

ç. Su ... 119
d. Ortam pH'si ... 119
e. Toprak ve Mineraller ... 120
II. Biyotik Faktörler ... 120
3.1.2. Canlılarda Beslenme Şekilleri ... 122
A. Ekosistemin Üreticileri: Ototroflar ... 122
B. Ekosistemin Tüketicileri: Heterotroflar ... 122
C. Ekosistemin Devamlılığını Sağlayan Heterotroflar: Ayrıştırıcılar ... 123
Ç. Hem Ototrof Hem Heterotroflar ... 124
3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı ... 124
A. Besin Zinciri ... 125
B. Besin Ağı ... 126
C. Besin Piramidi ... 128
Ç. Biyolojik Birikim ... 128
3.1.4. Ekosistemde Madde Döngüleri ... 130
A. Su Döngüsü ... 130
B. Karbon Döngüsü ... 131
C. Azot Döngüsü ... 132
Bölüm Ölçme ve Değerlendirme Soruları ... 134

3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN ... 136
3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Sonuçları ... 136
A. Hava Kirliliği ... 138
B. Su Kirliliği ... 139
C. Toprak Kirliliği ... 140
Ç. Radyoaktif Kirlilik ... 140
D. Ses Kirliliği ... 141
E. Asit Yağmurları ... 142
F. Küresel İklim Değişikliği ... 143
G. Erozyon ... 143
H. Doğal Hayat Alanlarının Tahribi ... 144
I. Orman Yangınları ... 144

3.2.2. Biyosferdeki Ayak İzlerimiz 145
A. Su Ayak İzi 146
B. Karbon Ayak İzi 146
3.2.3. Ülkemizde ve Dünyada Çevre Kirliliğinin Önlenmesi 147
A. Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çözüm Önerileri 148
B. Ülkemizde ve Dünyada Çevre Kirliliğinin Önlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar 149
Bölüm Ölçme ve Değerlendirme Soruları 151

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI 153
3.3.1. Doğal Kaynaklar ve Sürdürülebilirlik 153
3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Önemi 156
A. Türkiye'de Biyolojik Çeşitlilik ve Endemizm 159
3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması 161
Bölüm Ölçme ve Değerlendirme Soruları 163
Ünite Ölçme ve Değerlendirme 165

ULUSLARARASI BİRİM SİSTEMİ (SI) 171
FORMLAR 173
HİKÂYE TAHTASI 177
EKOLOJİK AYAK İZİ FARKINDALIK ANKETİ 178
1. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI 180
2. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI 182
3. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI 183
SÖZLÜK 186
DİZİN 191
KAYNAKÇA 193
GENEL AĞ KAYNAKÇA 193
GÖRSEL KAYNAKÇA 193

KİTABIMIZI TANIYALIM

Ünite numarasını belirtir.

Ünite adını belirtir.

Ünitedeki bölüm adları verilmektedir.

Ünite boyunca dijital içeriklere (video, uygulama, değerlendirme vb.) yönlendiren karekodlar bulunmaktadır.

"Fotoğrafa Ne Görüyorsunuz?" bölümü ile ilgili bir fotoğraf burada yer almaktadır.

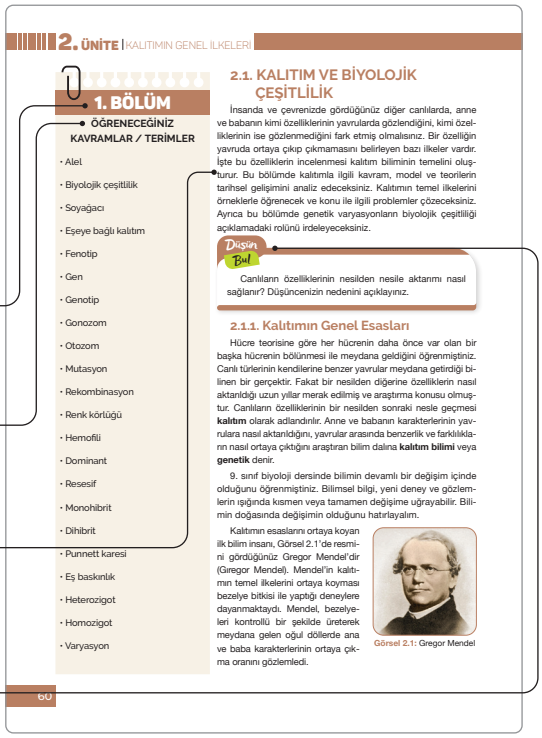
Bu kutucukta sırasıyla kapakta yer alan fotoğraf ile ilgili bilgiler, ünite konularının günlük yaşamımızdaki önemi ve ünite kazanımları yer almaktadır.

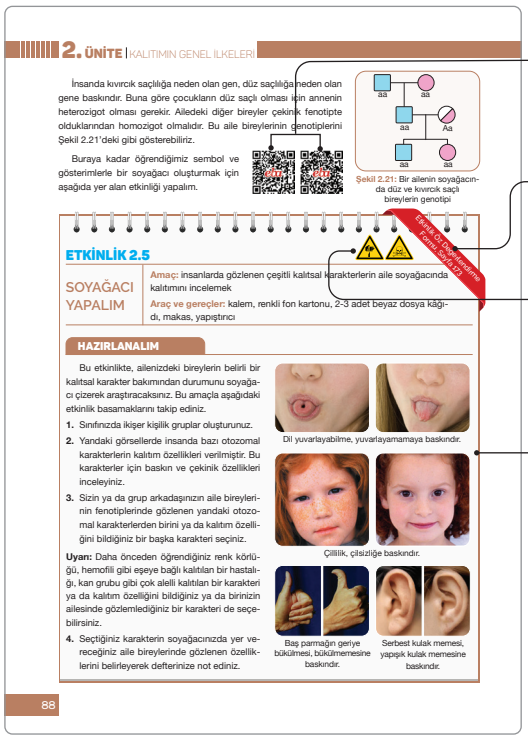
Bölümün numarasını belirtir.

Bölümle ilgili anahtar kavram ve terimleri gösterir.

Bu bölümde işleyeceğiniz bölüm ile ilgili dikkat çekici bilgiler ve konuların bir özeti yer almaktadır.

Öğreneceğiniz konu ile ilgili ön bilgilerinizi yoklayan ve merak uyandıran sorular burada yer almaktadır.





2. ÜNİTE | KALITIMIN GENEL İLKELERİ

İnsanda kıvırcık saçlılığa neden olan gen, düz saçlılığa neden olan gene baskındır. Buna göre çocukların düz saçlı olması için annenin heterozigot olması gerekir. Ailedeki diğer bireyler çekinik fenotipte olduklarından homozigot olmalıdır. Bu aile bireylerinin genotiplerini Şekil 2.21'deki gibi gösterebiliriz.

Buraya kadar öğrendiğimiz sembol ve gösterimlerle bir soyağacı oluşturmak için aşağıda yer alan etkinliği yapalım.

Şekil 2.21: Bir ailenin soyağacında düz ve kıvırcık saçlı bireylerin genotipi

ETKİNLİK 2.5

SOYAĞACI YAPALIM

Amaç: insanlarda gözlenen çeşitli kalıtsal karakterlerin aile soyağacında kalıtımını incelemek

Araç ve gereçler: kalem, renkli fon kartonu, 2-3 adet beyaz dosya kâğıdı, makas, yapıştırıcı

Ekkılı Ol Etkinliklerine Farklı Soruşturma

HAZIRLANALIM

Bu etkinlikte, ailenizdeki bireylerin belirli bir kalıtsal karakter bakımından durumunu soyağacı çizerek araştıracaksınız. Bu amaçla aşağıdaki etkinlik basamaklarını takip ediniz.

1. Sınıfınızda ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Yandaki görsellerde insanda bazı otozomal karakterlerin kalıtım özellikleri verilmiştir. Bu karakterler için baskın ve çekinik özellikleri inceleyiniz.
3. Sizin ya da grup arkadaşınızın aile bireylerinin fenotiplerinde gözlenen yandaki otozomal karakterlerden birini ya da kalıtım özelliğini bildiğiniz bir başka karakteri seçiniz.

Uyarı: Daha önceden öğrendiğiniz renk körlüğü, hemofili gibi eşeye bağlı kalıtılan bir hastalığı, kan grubu gibi çok alelli kalıtılan bir karakteri ya da kalıtım özelliğini bildiğiniz ya da birinizin ailesinde gözlemlediğiniz bir karakteri de seçebilirsiniz.

4. Seçtiğiniz karakterin soyağacınızda yer vereceğiniz aile bireylerinde gözlenen özelliklerini belirleyerek defterinize not ediniz.

Dil yuvarlayabilme, yuvarlayamamaya baskındır.

Çillilik, çilsizliğe baskındır.

Baş parmağın geriye bükülmesi, bükülmemesine baskındır.

Serbest kulak memesi, yapışık kulak memesine baskındır.

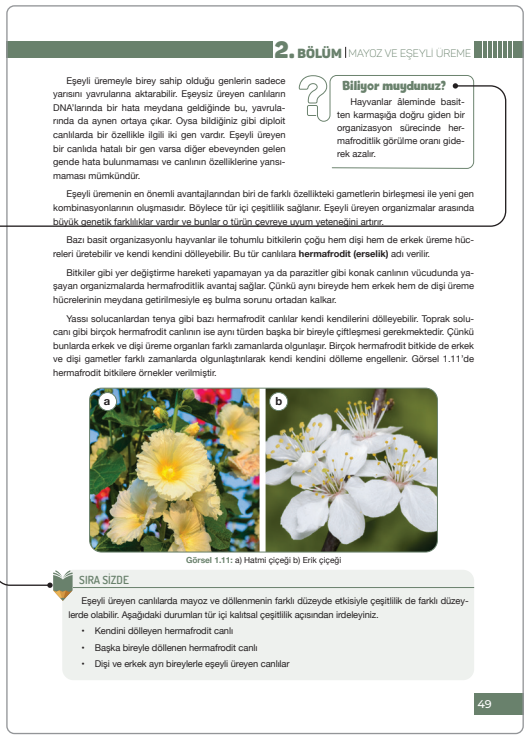
88

Ünite boyunca ölçme değerlendirme etkinliklerine ve konuyla ilgili bilgilerinizi derinleştirecek elektronik içeriklere yönlendiren karekodlar yer almaktadır.

Etkinliğinizin değerlendirilmesi için kullanılacak formların sayfa numaraları gösterilmektedir.

Çalışmanız sırasında dikkat etmeniz gereken sağlık ve güvenlik kuralları sembollerle belirtilmektedir.

Öğrenmekte olduğunuz konuyla ilgili gruplar hâlinde veya bireysel olarak yapabileceğiniz deney, poster, proje, sunum, model oluşturma gibi yöntem ve tekniklerle hazırlayacağınız çalışmalar bu bölümde yer almaktadır.



2. BÖLÜM | MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Biliyor muydunuz?

Hayvanlar âleminde basitten karmaşığa doğru giden bir organizasyon sürecinde hermafroditlik görülme oranı giderek azalır.

Eşeyli üremeyle birey sahip olduğu genlerin sadece yarısını yavrularına aktarabilir. Eşeysiz üreyen canlıların DNA'larında bir hata meydana geldiğinde bu, yavrularında da aynen ortaya çıkar. Oysa bildiğiniz gibi diploit canlılarda bir özellikle ilgili iki gen vardır. Eşeyli üreyen bir canlıda hatalı bir gen varsa diğer ebeveynden gelen gende hata bulunmaması ve canlının özelliklerine yansımaması mümkündür.

Eşeyli üremenin en önemli avantajlarından biri de farklı özellikteki gametlerin birleşmesi ile yeni gen kombinasyonlarının oluşmasıdır. Böylece tür içi çeşitlilik sağlanır. Eşeyli üreyen organizmalar arasında büyük genetik farklılıklar vardır ve bunlar o türün çevreye uyum yeteneğini artırır.

Bazı basit organizasyonlu hayvanlar ile tohumlu bitkilerin çoğu hem dişi hem de erkek üreme hücreleri üretebilir ve kendi kendini dölleyebilir. Bu tür canlılara **hermafrodit (erseliik)** adı verilir.

Bitkiler gibi yer değiştirme hareketi yapamayan ya da parazitler gibi konak canlının vücudunda yaşayan organizmalarda hermafroditlik avantaj sağlar. Çünkü aynı bireyde hem erkek hem de dişi üreme hücrelerinin meydana getirilmesiyle eş bulma sorunu ortadan kalkar.

Yassı solucanlardan tenya gibi bazı hermafrodit canlılar kendi kendilerini dölleyebilir. Toprak solucanı gibi birçok hermafrodit canlının ise aynı türden başka bir bireyle çiftleşmesi gerekmektedir. Çünkü bunlarda erkek ve dişi üreme organları farklı zamanlarda olgunlaşır. Birçok hermafrodit bitkide de erkek ve dişi gametler farklı zamanlarda olgunlaştırılarak kendi kendini dölleme engellenir. Görsel 1.11'de hermafrodit bitkilere örnekler verilmiştir.

Görsel 1.11: a) Hatmi çiçeği b) Erik çiçeği

SIRA SİZDE

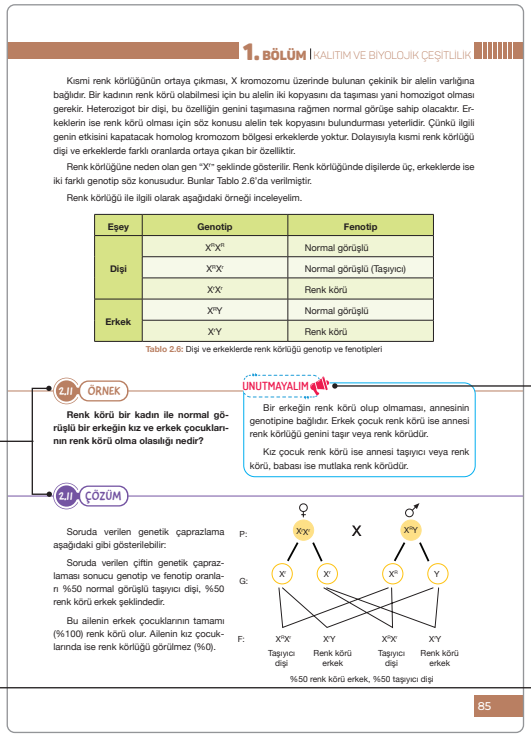
Eşeyli üreyen canlılarda mayoz ve döllenmenin farklı düzeyde etkisiyle çeşitlilik de farklı düzeylerde olabilir. Aşağıdaki durumları tür içi kalıtsal çeşitlilik açısından irdeleyiniz.

- Kendini dölleyen hermafrodit canlı
- Başka bireyle döllenen hermafrodit canlı
- Dişi ve erkek aynı bireylerle eşeyli üreyen canlılar

49

Konularla ilgili kısa, özlü, ilgi çekici bilgiler bu başlık altında yer almaktadır.

Ünitenizin işlenişi sırasında cevaplamanız beklenen açık uçlu sorular yer almaktadır.



1. BÖLÜM | KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

Kısmi renk körlüğünün ortaya çıkması, X kromozomu üzerinde bulunan çekinik bir alelin varlığına bağlıdır. Bir kadının renk körü olabilmesi için bu alelin iki kopyasını da taşıması yani homozigot olması gerekir. Heterozigot bir dişi, bu özelliğin genini taşımasına rağmen normal görüşe sahip olacaktır. Erkeklerin ise renk körü olması için söz konusu alelin tek kopyasını bulundurması yeterlidir. Çünkü ilgili genin etkisini kapatacak homolog kromozom bölgesi erkeklerde yoktur. Dolayısıyla kısmi renk körlüğü dişi ve erkeklerde farklı oranlarda ortaya çıkan bir özelliktir.

Renk körlüğüne neden olan gen "X" şeklinde gösterilir. Renk körlüğünde dişilerde üç, erkeklerde ise iki farklı genotip söz konusudur. Bunlar Tablo 2.6'da verilmiştir.

Renk körlüğü ile ilgili olarak aşağıdaki örneği inceleyelim.

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	X^DX^D	Normal görüşlü
	X^DX^d	Normal görüşlü (Taşıyıcı)
	X^dX^d	Renk körü
Erkek	X^DY	Normal görüşlü
	X^dY	Renk körü

Tablo 2.6: Dişi ve erkeklerde renk körlüğü genotip ve fenotipleri

2.I ÖRNEK

Renk körü bir kadın ile normal görüşlü bir erkeğin kız ve erkek çocuklarının renk körü olma olasılığı nedir?

UNUTMAYALIM

Bir erkeğin renk körü olup olmaması, annesinin genotipine bağlıdır. Erkek çocuk renk körü ise annesi renk körlüğü genini taşır veya renk körüdür.

Kız çocuk renk körü ise annesi taşıyıcı veya renk körü, babası ise mutlaka renk körüdür.

2.I ÇÖZÜM

Soruda verilen genetik çaprazlama aşağıdaki gibi gösterilebilir:

Soruda verilen çiftin genetik çaprazlaması sonucu genotip ve fenotip oranları %50 normal görüşlü taşıyıcı dişi, %50 renk körü erkek şeklindedir.

Bu ailenin erkek çocuklarının tamamı (%100) renk körü olur. Ailenin kız çocuklarında ise renk körlüğü görülmez (%0).

P: X^DX^d x X^DY

G: X^D, X^d, X^D, Y

F: X^DX^D Taşıyıcı dişi; X^DY Renk körü erkek; X^DX^d Taşıyıcı dişi; X^dY Renk körü erkek

%50 renk körü erkek, %50 taşıyıcı dişi

85

Öğrenmekte olduğunuz konuyu destekleyen ve bilgilerinizi derinleştirmenize yarayan bilgiler bu başlık altında kısa ve öz olarak yer almaktadır.

Ünite konularınızla ilgili örnek sorular ve çözümleri bu kısımda yer almaktadır.

1. BÖLÜM | EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Bitkisel organizmaları besin olarak tüketen canlılara **herbivor (otobur)** denir. Sucul ekosistemlerde fitoplanktonlarla beslenen zooplanktonlar, omurgasız hayvanlar ve bazı balıklar herbivordur.

Karasal ekosistemlerdeki herbivor canlılara birçok böcek ve yumuşakça türü, kemirici memeliler ve geviş getiren hayvanlar örnek verilebilir.

Diğer tüketici canlıları yiyerek beslenen canlılara **karnivor (etobur)** adı verilir. Sucul ekosistemlerde küçük balıklarla beslenen büyük balıklar; karasal ekosistemlerde ise aslan, kaplan, atmaca, yılan ve örümcek gibi canlılar karnivordur.

İnsan, domuz, ayı, fare gibi canlılar hem et hem de otla beslenirler. Bu canlılara **omnivor (karışık beslenenler)** adı verilir. Resim 3.10'da herbivor, omnivor ve karnivor organizmalara örnekler verilmiştir.

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ

Plankton; suda bulunan, aktif hareket etme yeteneği olmayan, akıntıya bağlı olarak hareket edebilen canlılara verilen genel isimdir. Bunlardan, fotosentez yapanlar "fitoplankton", diğer planktonları yiyerek beslenenler ise "zooplankton" olarak adlandırılır.

Resim 3.10: a) İnek (herbivor) b) Fare (omnivor) c) Kurt (karnivor)

C. Ekosistemin Devamlılığını Sağlayan Heterotroflar: Ayrıştırıcılar

Fotosentetik ototrof organizmalar, fotosentez için güneş ışığı dışında karbondioksit, azot, fosfor gibi inorganik maddelere gereksinim duyar. Bitkiler havadan, sudan ve topraktan aldıkları inorganik maddeleri güneş ışığını kullanarak organik besinlere dönüştürür ve bu organik maddelerin bir kısmı beslenme yoluyla heterotroflara aktarılır. Heterotroflara aktarılan bu organik maddelerden bir bölümü bunların hayatsal faaliyetlerinde kullanılırken geriye kalan kısım organik madde olarak depo edilir. Peki, bitki ve hayvanların vücudunda depolanan organik maddeler tekrar bitkilerin kullanacağı hâle nasıl gelir? İşte bu aşamada, ekosistemde çok önemli bir rol üstlenen canlılar devreye girer. Bunlar **ayrıştırıcı, çürükçül** ya da genelde **saprotrof** adı verilen organizmalardır.

Ayrıştırıcılar, organizmaların ölülerini veya dışkı, yaprak gibi atıklarını parçalayarak gereksinimleri olan enerjiyi temin eder. **Çürüme** ya da **ayrışma** adı verilen bu süreç ile canlı organizmaların yapısını oluşturan organik madde cansız çevreye (hava, su, toprak) geçerek yeniden döngüye sokulur. Bu-rallardan bitkiler tarafından alınır ve beslenme basamaklarına aktarılır. Eğer ayrışma olayı durursa yeryüzündeki tüm yaşam bir süre sonra sona erer.

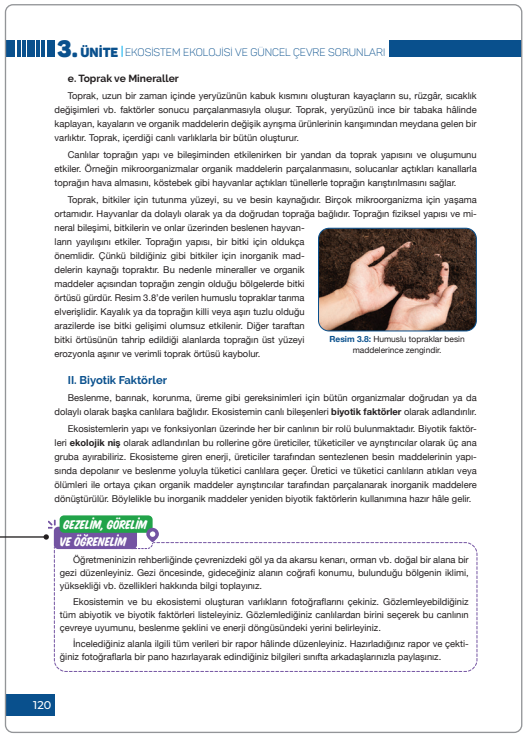
Resim 3.11'de ayrıştırıcı organizmalara örnekler verilmiştir.

Resim 3.11: a) Bir odun parçasını ayrıştıran mantarlar
b) Yavruları dişki ile beslenen bir böcek türü

123

Biyolojide kullanılan terimlerin açıklamaları bu bölümde yer almaktadır.

Okul ve çevre imkânları dâhilinde yapabileceğiniz gezi, gözlem ve inceleme etkinlikleri bu başlık altında verilmektedir.



3. ÜNİTE | EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

e. Toprak ve Mineraller

Toprak, uzun bir zaman içinde yeryüzünün kabuk kısmını oluşturan kayaçların su, rüzgâr, sıcaklık değişimleri vb. faktörler sonucu parçalanmasıyla oluşur. Toprak, yeryüzünü ince bir tabaka hâlinde kaplayan, kayaların ve organik maddelerin değişik ayrışma ürünlerinin karışımından meydana gelen bir varlıktır. Toprak, içerdiği canlı varlıklarla bir bütün oluşturur.

Canlılar toprağın yapı ve bileşiminden etkilenirken bir yandan da toprak yapısını ve oluşumunu etkiler. Örneğin mikroorganizmalar organik maddelerin parçalanmasını, solucanlar açtıkları kanallarla toprağın hava almasını, köstebek gibi hayvanlar açtıkları tünellerle toprağın karıştırılmasını sağlar.

Toprak, bitkiler için tutunma yüzeyi, su ve besin kaynağıdır. Birçok mikroorganizma için yaşama ortamıdır. Hayvanlar da dolaylı olarak ya da doğrudan toprağa bağlıdır. Toprağın fiziksel yapısı ve mineral bileşimi, bitkilerin ve onlar üzerinden beslenen hayvanların yayılışını etkiler. Toprağın yapısı, bir bitki için oldukça önemlidir. Çünkü bildiğiniz gibi bitkiler için inorganik maddelerin kaynağı topraktır. Bu nedenle mineraller ve organik maddeler açısından toprağın zengin olduğu bölgelerde bitki örtüsü gürdür. Resim 3.8'de verilen humuslu topraklar tarıma elverişlidir. Kayalık ya da toprağın killi veya aşırı tuzlu olduğu arazilerde ise bitki gelişimi olumsuz etkilenir. Diğer taraftan bitki örtüsünün tahrip edildiği alanlarda toprağın üst yüzeyi erozyonla aşınır ve verimli toprak örtüsü kaybolur.

Resim 3.8: Humuslu topraklar besin maddelerince zengindir.

II. Biyotik Faktörler

Beslenme, barınak, korunma, üreme gibi gereksinimleri için bütün organizmalar doğrudan ya da dolaylı olarak başka canlılara bağlıdır. Ekosistemin canlı bileşenleri **biyotik faktörler** olarak adlandırılır.

Ekosistemlerin yapı ve fonksiyonları üzerinde her bir canlının bir rolü bulunmaktadır. Biyotik faktörleri **ekolojik niş** olarak adlandırılan bu rollerine göre üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olarak üç ana gruba ayrılabiliriz. Ekosisteme giren enerji, üreticiler tarafından sentezlenen besin maddelerinin yapısında depolanır ve beslenme yoluyla tüketici canlılara geçer. Üretici ve tüketici canlıların atıkları veya ölümleri ile ortaya çıkan organik maddeler ayrıştırıcılar tarafından parçalanarak inorganik maddelere dönüştürülür. Böylelikle bu inorganik maddeler yeniden biyotik faktörlerin kullanımına hazır hâle gelir.

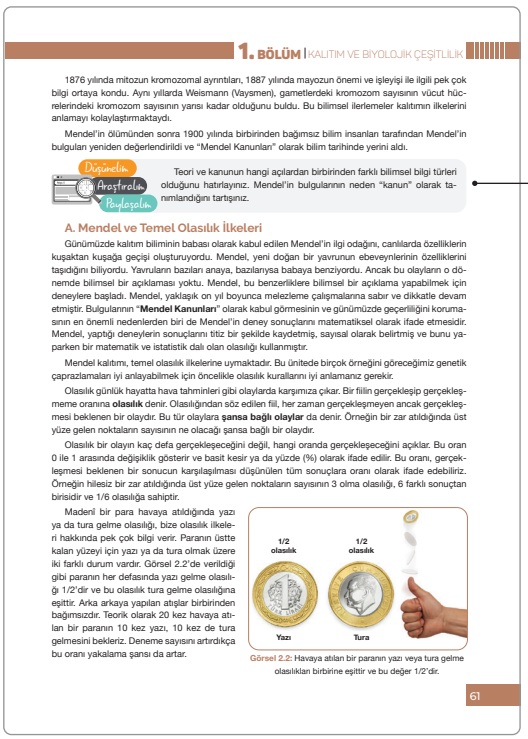
GEZELİM, GÖRELİM VE ÖĞRENELİM

Öğretmeninizin rehberliğinde çevrenizdeki göl ya da akarsu kenarı, orman vb. doğal bir alana bir gezi düzenleyiniz. Gezi öncesinde, gideceğiniz alanın coğrafi konumu, bulunduğu bölgenin iklimi, yüksekliği vb. özellikleri hakkında bilgi toplayınız.

Ekosistemin ve bu ekosistemi oluşturan varlıkların fotoğraflarını çekiniz. Gözlemleyebildiğiniz tüm abiyotik ve biyotik faktörleri listeleyiniz. Gözlemlediğiniz canlılardan birini seçerek bu canlının çevreye uyumunu, beslenme şeklini ve enerji döngüsündeki yerini belirleyiniz.

İncelediğiniz alanla ilgili tüm verileri bir rapor hâlinde düzenleyiniz. Hazırladığınız rapor ve çektiğiniz fotoğraflarla bir pano hazırlayarak edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

120



1. BÖLÜM | KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

1876 yılında mitozun kromozomal ayrıntıları, 1887 yılında mayozun önemi ve işleyişi ile ilgili pek çok bilgi ortaya kondu. Aynı yıllarda Weismann (Vaysmen), gametlerdeki kromozom sayısının vücut hücrelerindeki kromozom sayısının yarısı kadar olduğunu buldu. Bu bilimsel ilerlemeler kalıtımın ilkelerini anlamayı kolaylaştırmaktaydı.

Mendel'in ölümünden sonra 1900 yılında birbirinden bağımsız bilim insanları tarafından Mendel'in bulguları yeniden değerlendirildi ve "Mendel Kanunları" olarak bilim tarihinde yerini aldı.

Düşünelim Araştıralım Paylaşalım

Teori ve kanunun hangi açılardan birbirinden farklı bilimsel bilgi türleri olduğunu hatırlayınız. Mendel'in bulgularının neden "kanun" olarak tanımlandığını tartışınız.

A. Mendel ve Temel Olasılık İlkeleri

Günümüzde kalıtım biliminin babası olarak kabul edilen Mendel'in ilgi odağını, canlılarda özelliklerin kuşaktan kuşağa geçişi oluşturuyordu. Mendel, yeni doğan bir yavrunun ebeveynlerinin özelliklerini taşıdığını biliyordu. Yavruların bazıları anaya, bazılarına babaya benziyordu. Ancak bu olayların o dönemde bilimsel bir açıklaması yoktu. Mendel, bu benzerliklere bilimsel bir açıklama yapabilmek için deneylere başladı. Mendel, yaklaşık on yıl boyunca melezleme çalışmalarına sabır ve dikkatle devam etmiştir. Bulgularının "**Mendel Kanunları**" olarak kabul görmesinin ve günümüzde geçerliliğini korumasının en önemli nedenlerden biri de Mendel'in deney sonuçlarını matematiksel olarak ifade etmesidir. Mendel, yaptığı deneylerin sonuçlarını titiz bir şekilde kaydetmiş, sayısal olarak belirtmiş ve bunu yaparken bir matematik ve istatistik dalı olan olasılığı kullanmıştır.

Mendel kalıtımı, temel olasılık ilkelerine uymaktadır. Bu ünitede birçok örneğini göreceğimiz genetik çaprazlamaları iyi anlayabilmek için öncelikle olasılık kurallarını iyi anlamanız gerekir.

Olasılık günlük hayatta hava tahminleri gibi olaylarda karşımıza çıkar. Bir fiilin gerçekleşip gerçekleşmeme oranına **olasılık** denir. Olasılığından söz edilen fiil, her zaman gerçekleşmeyen ancak gerçekleşmesi beklenen bir olaydır. Bu tür olaylara **şansa bağlı olaylar** da denir. Örneğin bir zar atıldığında üst yüze gelen noktaların sayısının ne olacağı şansa bağlı bir olaydır.

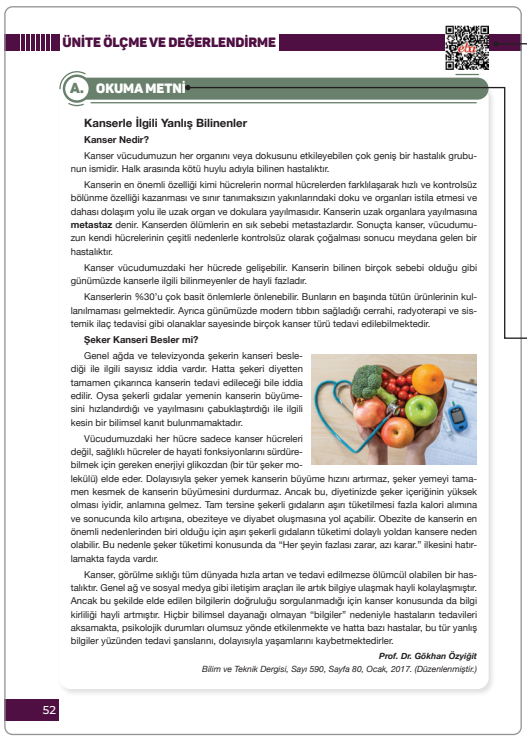
Olasılık bir olayın kaç defa gerçekleşeceğini değil, hangi oranda gerçekleşeceğini açıklar. Bu oran 0 ile 1 arasında değişiklik gösterir ve basit kesir ya da yüzde (%) olarak ifade edilir. Bu oranı, gerçekleşmesi beklenen bir sonucun karşılaşılması düşünülen tüm sonuçlara oranı olarak ifade edebiliriz. Örneğin hilesiz bir zar atıldığında üst yüze gelen noktaların sayısının 3 olma olasılığı, 6 farklı sonuçtan birisidir ve 1/6 olasılığa sahiptir.

Madenî bir para havaya atıldığında yazı ya da tura gelme olasılığı, bize olasılık ilkeleri hakkında pek çok bilgi verir. Paranın üstte kalan yüzeyi için yazı ya da tura olmak üzere iki farklı durum vardır. Görsel 2.2'de verildiği gibi paranın her defasında yazı gelme olasılığı 1/2'dir ve bu olasılık tura gelme olasılığına eşittir. Arka arkaya yapılan atışlar birbirinden bağımsızdır. Teorik olarak 20 kez havaya atılan bir paranın 10 kez yazı, 10 kez de tura gelmesini bekleriz. Deneme sayısını artırdıkça bu oranı yakalama şansı da artar.

Görsel 2.2: Havaya atılan bir paranın yazı veya tura gelme olasılıkları birbirine eşittir ve bu değer 1/2'dir.

61

Konu ile ilgili bilgilerinizi derinleştirmek amacıyla sınıf içi sunuma yönelik olarak hazırlayacağınız araştırma çalışmaları burada bulunmaktadır.



ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OKUMA METNİ

Kanserle İlgili Yanlış Bilinenler

Kanser Nedir?

Kanser vücudumuzun her organını veya dokusunu etkileyebilen çok geniş bir hastalık grubunun ismidir. Halk arasında kötü huylu adıyla bilinen hastalıktır.

Kanserin en önemli özelliği kimi hücrelerin normal hücrelerden farklılaşarak hızlı ve kontrolsüz bölünme özelliği kazanması ve sınır tanımaksızın yakınlarındaki doku ve organları istila etmesi ve dahası dolaşım yolu ile uzak organ ve dokulara yayılmasıdır. Kanserin uzak organlara yayılmasına **metastaz** denir. Kanserden ölümlerin en sık sebebi metastazlardır. Sonuçta kanser, vücudumuzun kendi hücrelerinin çeşitli nedenlerle kontrolsüz olarak çoğalması sonucu meydana gelen bir hastalıktır.

Kanser vücudumuzdaki her hücrede gelişebilir. Kanserin bilinen birçok sebebi olduğu gibi günümüzde kanserle ilgili bilinmeyenler de hayli fazladır.

Kanserlerin %30'u çok basit önlemlerle önlenebilir. Bunların en başında tütün ürünlerinin kullanılmaması gelmektedir. Ayrıca günümüzde modern tıbbın sağladığı cerrahi, radyoterapi ve sistemik ilaç tedavisi gibi olanaklar sayesinde birçok kanser türü tedavi edilebilmektedir.

Şeker Kanseri Besler mi?

Genel ağda ve televizyonda şekerin kanseri beslediği ile ilgili sayısız iddia vardır. Hatta şekeri diyetten tamamen çıkarınca kanserin tedavi edileceği bile iddia edilir. Oysa şekerli gıdalar yemenin kanserin büyümesini hızlandırdığı ve yayılmasını çabuklaştırdığı ile ilgili kesin bir bilimsel kanıt bulunmamaktadır.

Vücudumuzdaki her hücre sadece kanser hücreleri değil, sağlıklı hücreler de hayati fonksiyonlarını sürdürebilmek için gereken enerjiyi glikozdan (bir tür şeker molekülü) elde eder. Dolayısıyla şeker yemek kanserin büyüme hızını artırmaz, şeker yemeyi tamamen kesmek de kanserin büyümesini durdurmaz. Ancak bu, diyetinizde şeker içeriğinin yüksek olması iyidir, anlamına gelmez. Tam tersine şekerli gıdaların aşırı tüketilmesi fazla kalori alımına ve sonucunda kilo artışına, obeziteye ve diyabet oluşmasına yol açabilir. Obezite de kanserin en önemli nedenlerinden biri olduğu için aşırı şekerli gıdaların tüketimi dolaylı yoldan kansere neden olabilir. Bu nedenle şeker tüketimi konusunda da "Her şeyin fazlası zarar, azı karar." ilkesini hatırlamakta fayda vardır.

Kanser, görülme sıklığı tüm dünyada hızla artan ve tedavi edilmezse ölümcül olabilen bir hastalıktır. Genel ağ ve sosyal medya gibi iletişim araçları ile artık bilgiye ulaşmak hayli kolaylaşmıştır. Ancak bu şekilde elde edilen bilgilerin doğruluğu sorgulanmadığı için kanser konusunda da bilgi kirliliği hayli artmıştır. Hiçbir bilimsel dayanağı olmayan "bilgiler" nedeniyle hastaların tedavileri aksamakta, psikolojik durumları olumsuz yönde etkilenmekte ve hatta bazı hastalar, bu tür yanlış bilgiler yüzünden tedavi şanslarını, dolayısıyla yaşamlarını kaybetmektedirler.

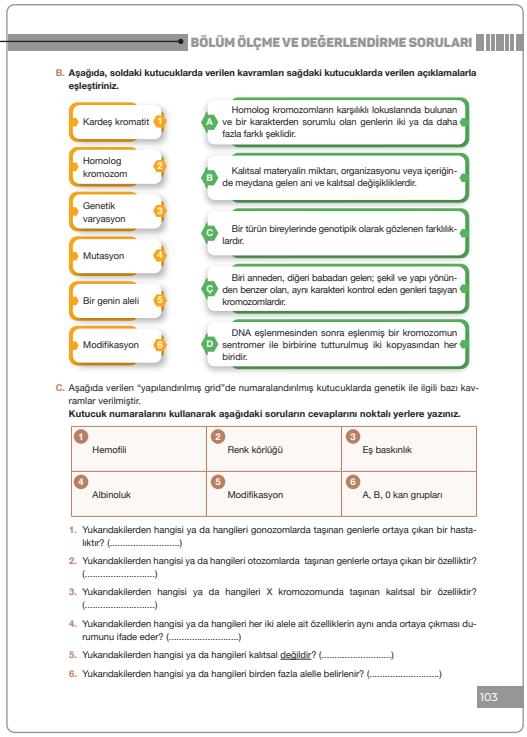
Prof. Dr. Gökhan Özyiğit

Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 590, Sayfa 80, Ocak, 2017. (Düzenlenmiştir.)

52

Ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme etkinlikleri ek olarak dijital etkinliklere bu karekod aracılığıyla ulaşabilirsiniz.

Öğrenmekte olduğunuz konuyu destekleyen bilimsel ve teknolojik gelişmeler, makaleler, düşünce ve yaklaşımlar bu başlık altında verilmiştir. Okuma metninin sonunda verilen açık uçlu soruları cevaplamanız beklenmektedir.



BÖLÜM ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

B. **Aşağıda, soldaki kutucuklarda verilen kavramları sağdaki kutucuklarda verilen açıklamalarla eşleştiriniz.**

Kardeş kromatit	1	A	Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunan ve bir karakterden sorumlu olan genlerin iki ya da daha fazla farklı şeklidir.
Homolog kromozom	2	B	Kalıtsal materyalin miktarı, organizasyonu veya içeriğinde meydana gelen ani ve kalıtsal değişikliklerdir.
Genetik varyasyon	3	C	Bir türün bireylerinde genotipik olarak gözlenen farklılıklardır.
Mutasyon	4	Ç	Biri anneden, diğeri babadan gelen; şekil ve yapı yönünden benzer olan, aynı karakteri kontrol eden genleri taşıyan kromozomlardır.
Bir genin aleli	5	D	DNA eşlenmesinden sonra eşlenmiş bir kromozomun sentromer ile birbirine tutturulmuş iki kopyasından her biridir.
Modifikasyon	6		

C. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"de numaralandırılmış kutucuklarda genetik ile ilgili bazı kavramlar verilmiştir.

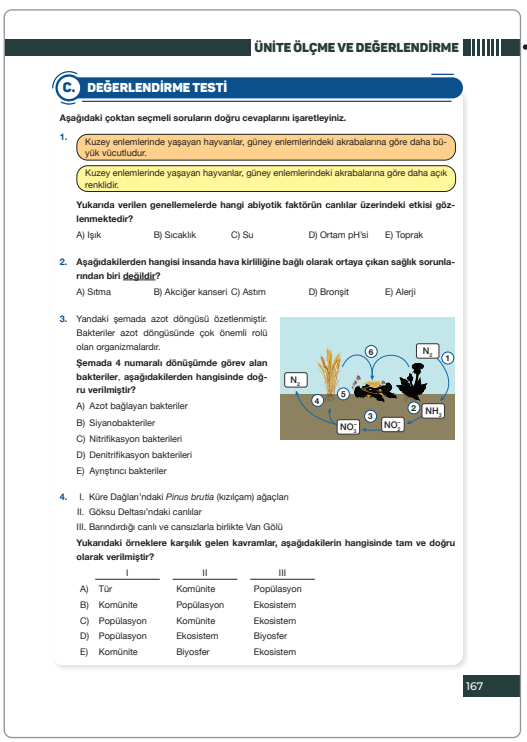
Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1 Hemofili	2 Renk körlüğü	3 Eş baskınlık
4 Albinoluk	5 Modifikasyon	6 A, B, 0 kan grupları

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri gonozomlarda taşınan genlerle ortaya çıkan bir hastalıktır? (.....)
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri otozomlarda taşınan genlerle ortaya çıkan bir özelliktir? (.....)
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri X kromozomunda taşınan kalıtsal bir özelliktir? (.....)
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri her iki alele ait özelliklerin aynı anda ortaya çıkması durumunu ifade eder? (.....)
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kalıtsal değildir? (.....)
6. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri birden fazla alelle belirlenir? (.....)

103

Her bölümün sonunda değerlendirme etkinlikleri bulunmaktadır. Bunları cevaplayarak öğrendiklerinizi pekiştirebilir, bölümle ilgili eksiklerinizi belirleyebilirsiniz. Eksik olduğunuzu düşündüğünüz konulara tekrar dönerek eksiklerinizi giderebilirsiniz.



ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

C. DEĞERLENDİRME TESTİ

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Kuzey enlemlerinde yaşayan hayvanlar, güney enlemlerindeki akrabalarına göre daha büyük vücutludur.

   Kuzey enlemlerinde yaşayan hayvanlar, güney enlemlerindeki akrabalarına göre daha açık renklidir.

   Yukarıda verilen genellemelerde hangi abiyotik faktörün canlılar üzerindeki etkisi gözlenmektedir?

   A) Işık B) Sıcaklık C) Su D) Ortam pH'si E) Toprak

2. **Aşağıdakilerden hangisi insanda hava kirliliğine bağlı olarak ortaya çıkan sağlık sorunlarından biri değildir?**

   A) Sıtma B) Akciğer kanseri C) Astım D) Bronşit E) Alerji

3. Yandaki şemada azot döngüsü özetlenmiştir. Bakteriler azot döngüsünde çok önemli rolü olan organizmalardır.

   Şemada 4 numaralı dönüşümde görev alan bakteriler, aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

   A) Azot bağlayan bakteriler
   B) Siyanobakteriler
   C) Nitrifikasyon bakterileri
   D) Denitrifikasyon bakterileri
   E) Ayrıştırıcı bakteriler

4. I. Küre Dağları'ndaki *Pinus brutia* (kızılçam) ağaçları
   II. Göksu Deltası'ndaki canlılar
   III. Barındırdığı canlı ve canısızlarla birlikte Van Gölü

   Yukarıdaki örneklere karşılık gelen kavramlar, aşağıdakilerin hangisinde tam ve doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Tür	Komünite	Popülasyon
B)	Komünite	Popülasyon	Ekosistem
C)	Popülasyon	Komünite	Ekosistem
D)	Popülasyon	Ekosistem	Biyosfer
E)	Komünite	Biyosfer	Ekosistem

167

Her ünitenin sonunda okuma metni, proje çalışması ve değerlendirme testinden oluşan ölçme ve değerlendirme bölümü bulunmaktadır. Ayrıca burada bilimsel süreç becerileriniz ile bilim, teknoloji ve toplumla ilgili kazanımlarınızı ölçen bölümler yer almaktadır. Bunları cevaplayarak öğrendiklerinizi pekiştirebilir, üniteyle ilgili eksiklerinizi belirleyebilirsiniz. Bu konuları tekrar gözden geçirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz.

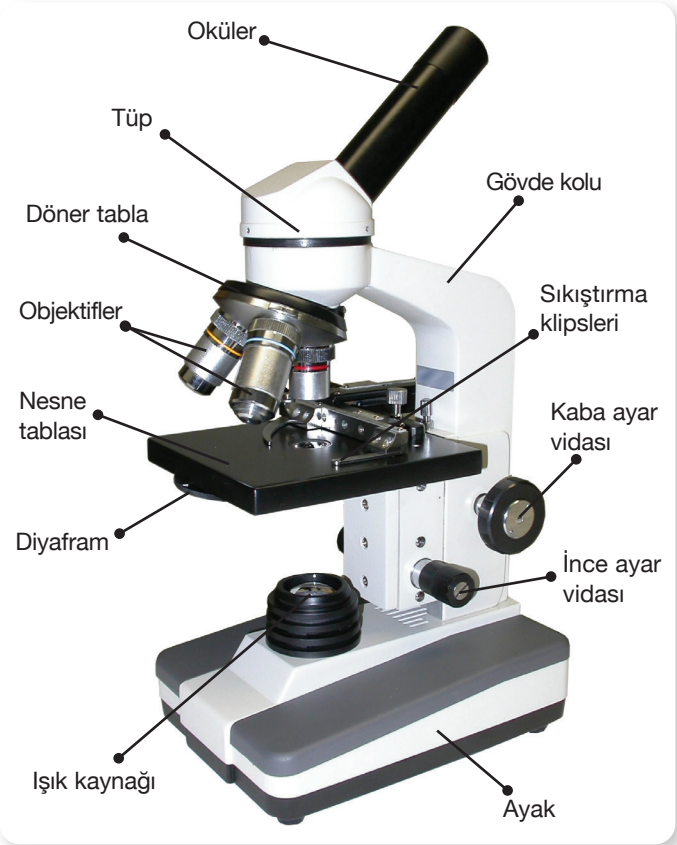
MİKROSKOBUN YAPISI VE KULLANIMI

Biyoloji dersinin laboratuvar uygulamalarında en sık kullanılan araçlardan biri mikroskoptur. Mikroskobun işlevi, çıplak gözle görülemeyecek küçüklükteki cisimlerin ya da canlıların görüntüsünü büyüterek gözle görünür hâle getirmek ve bunların ayrıntılı bir şekilde incelenmesine olanak sağlamaktır. Işık mikroskobunun yapısındaki büyüteçler (mercekler) bu büyütmeyi mümkün kılmaktadır.

Işık mikroskobunda incelenecek örnek, çok ince bir kesit hâlinde hazırlanmalıdır. Alınan kesit ne kadar ince olursa incelenecek yapılar da mikroskopta o kadar net görünür. **Lam**, mikroskopta incelenecek yapıların üzerine konulduğu, lamele göre daha büyük olan genellikle dikdörtgen şekilli camdır. **Lamel**, lam üzerine konularak mikroskopta inceleme yapılmasını sağlayan; küçük, ince, genellikle kare veya yuvarlak şekilli camdır. Sıvı örneklerden bir damla, katı örneklerden ise ince bir kesit alınarak lam üzerine lamel kapatılır. Bu şekilde hazırlanan örneğe **preparat** denir.

Işık Mikroskobunda Örnek İncelenmesi Sırasında Yapılması Gereken İşlemler

- Preparat, nesne tablasının üzerindeki sıkıştırma klipslerinin arasına dikkatli bir şekilde yerleştirilir.
- Çalışmaya, her zaman en düşük büyütme seviyesi olan objektif ile başlanır.
- Kaba ayar düğmesi çevrilerek, nesne tablası yükseltilip en üst seviyeye çıkarılır.
- Okülerden bakılarak, preparattaki görüntü belirinceye kadar kaba ayar düğmesi çevrilir ve nesne tablası aşağıya doğru hareket ettirilir.
- Kaba ayar yapıldıktan sonra net görüntü elde edilinceye kadar ince ayar düğmesi ile ayar yapılır.
- Büyütmeyi artırmak için döner tabla saat yönünde çevrilerek objektif değiştirilir. Her objektif değiştirildiğinde görüntüyü netleştirmek için ince ayar düğmesi kullanılır.
- Her büyütmede ışığa ihtiyaç artacağı için diyafram daha fazla açılır. Gerekirse diyafram ayarlanarak ışık şiddeti en uygun seviyeye getirilir.
- Preparat incelendikten sonra mikroskop temizlenir, döner tabla yardımı ile objektif en düşük büyütme seviyesinde bırakılır.



Işık mikroskobunun bölümleri

Mikroskop Kullanımından Sonra Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

- Mikroskop, bir el ile gövde kolundan diğer el ile ayak kısmından tutularak taşınmalıdır.
- Objektif en düşük büyütme seviyesine getirilip bırakılmalıdır.
- Aydınlatma sisteminin kapatılması unutulmamalıdır.
- Toz, mikroskop ve optik aksamın en önemli düşmanıdır. Bu nedenle mikroskobun hassas iç bölmelerine tozun girmesini engellemek için herhangi bir objektif veya oküler, mikroskop üzerinden kesinlikle çıkarılmamalıdır.
- Şayet mikroskobun gövdesi veya tablası tozlu ise bu parçalar silinmelidir. Mikroskobun temizlenmesi için yumuşak ve pamuklu bir bez kullanılmalıdır.
- Tüm bu işlemlerden sonra mikroskop koruma örtüsüyle örtülmelidir.

SAĞLIK VE GÜVENLİK KURALLARI

Ders yılı boyunca biyoloji laboratuvarında çeşitli etkinlikler yapacaksınız. Laboratuvarda güvenliğiniz için bazı kurallara uymanız gerekmektedir. Laboratuvar uygulamalarında oluşabilecek tehlikelere karşı sizleri uyarmak için sağlık ve güvenlik sembolleri kullanılmaktadır. Bu sembollerin anlamları aşağıda açıklanmıştır.

AŞINDIRICI MADDE

Aşındırıcı etkisi olan maddeleri ifade eder.

BİYOLOJİK RİSK

Canlı kaynaklardan oluşabilecek riskleri ifade eder.

KESİCİ ALET

Deney sırasında kesici alet kullanımı ile oluşabilecek riskleri ifade eder.

ELEKTRİK TEHLİKESİ

Elektrikli araçlarla çalışılırken dikkat edilmesi gerektiğini ifade eder.

KIRILACAK EŞYA

Deney sırasında cam araçların kullanılmasında dikkatli olunması gerektiğini ifade eder.

ZEHİRLİ (TOKSİK) MADDE

Çalışırken zehir etkisi yapabilecek maddeleri ifade eder.

YÜKSEK ISI

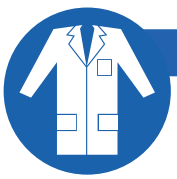
Yüksek ısı gerektiren durumlarda dikkatli olunması gerektiğini ifade eder.

BİTKİ GÜVENLİĞİ

Zehirli ve dikenli bitkiler tutulacağı zaman dikkatli olunması gerektiğini ifade eder.

HAYVAN GÜVENLİĞİ

Canlı hayvanlarla yapılan deneylerde hayvanın güvenliğini ve kendi güvenliğini sağlaması gerektiğini ifade eder.



KORUYUCU ELBİSE GİY

Deney sırasında giysilerinizin korunmasını ifade eder.

ELDİVEN GİY

Deney sırasında ellerin korunmasını ifade eder.

GÖZLÜK KULLAN

Deney sırasında gözlerin korunmasını ifade eder.

MASKE KULLAN

Deney sırasında yüzün korunmasını ifade eder.

DOKUNMA

Temas ile zarar verebilecek maddeleri ifade eder.

1. ÜNİTE HÜCRE BÖLÜNMELERİ

FOTOĞRAFTA NE GÖRÜYORSUNUZ?

Karahindiba bitkisinin altın sarısı çiçekleri ilkbahardan sonbaharın ortasına kadar açar. Daha sonra bu çiçekler, karahindibanın tohumlarını taşıyan top biçiminde yapılara dönüşür. Bitkinin tohumları, en hafif rüzgârda bile uçup çevreye dağılır. Karahindiba bitkisinin yaydığı tohumlarla çoğalması türün devamlılığını sağlayan bir üreme olayıdır.

YAŞAMIMIZIN NERESİNDE?

Kendi türümüzün ve çevremizdeki canlıların nasıl çoğalarak kendilerine benzer bireyler meydana getirdiği insanoğlunun en büyük meraklarındandır. Canlılarda görülen üreme ve büyüme olaylarının temelinde hücre bölünmeleri yatar. Bu bölümde, hücre bölünmelerini ve bunlarla ilişkili üreme tiplerini öğreneceksiniz.

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede;

- Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini açıklayacaksınız.
- Mitozu açıklayacaksınız.
- Eşeysiz üremeyi örneklerle açıklayacaksınız.
- Mayozu açıklayacaksınız.
- Eşeyli üremeyi örneklerle açıklayacaksınız.

1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME
1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Ders kitabına ait EBA içeriğine yönlendirir.

Ünite konularının bir özetini içeren videoya yönlendirir.

1. BÖLÜM

ÖĞRENECEĞİNİZ KAVRAMLAR / TERİMLER

- Hücre bölünmesi
- Eşeysiz üreme
- İnterfaz
- Kanser
- Mitoz

1.1. MİTOZ VE EŞEYSİZ ÜREME

Canlıların üreme yetenekleri, onları cansızlardan ayıran özelliklerden biridir. Bildiğiniz gibi hücreler canlının temel, yapısal ve fonksiyonel birimidir. Bütün biyolojik işlevler gibi üreme de hücresel bir temele dayanır. Hücre teorisine göre her hücrenin daha önce var olan bir başka hücrenin bölünmesi ile meydana geldiğini hatırlayalım. Bu bölümde, canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini, mitoz bölünmeyi ve eşeysiz üremeyi öğreneceksiniz.

Düşün Bul

Tek hücreli canlıların özelliklerinin nesilden nesile aktarımı nasıl sağlanır? Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

1.1.1. Canlılarda Hücre Bölünmesinin Gerekliliği

A. Hücre Bölünmesinin Önemi

Bir hücreli canlılardan çok hücreli olan bitkilere ve hayvanlara kadar bütün canlılarda hücre bölünmesi görülür. Hücre bölünmesi gerçekleştiği hücreye göre büyüme, gelişme, dokuların onarımı ve üreme gibi olaylarda rol alır.

Bir hücreli organizmalar bölünerek iki yeni canlıyı meydana getirebilir. Böylelikle hücre bölünmesi ile bir hücreli canlılarda üreme gerçekleşir. Örneğin bir hücreli canlılardan amip, bölünerek ürer.

Çok hücreli bir organizmada hücre bölünmesi ile hücre sayısı artar. Böylece büyüme ve gelişme sağlanır. Örneğin döllenme ile oluşan bir hücreden organizmanın oluşması, çok sayıda hücre bölünmesi ile gerçekleşir.

Hücre bölünmesi yenilenme ve onarımı da sağlar. Normal ömrünü tamamlayan ya da yıpranmış hücrelerinizin yerine yenilerinin yapılması hücre bölünmesi ile olur. Şu anda siz bu kitabı okurken bile ölen bazı hücrelerinizin yerine yenileri yapılmaktadır. Örneğin kemik iliğinizde kan hücresi üreten hücreleriniz, bölünerek yeni kan hücreleri üretmektedir.

Çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme ve yıpranan dokuların onarılması hücrelerin mitoz geçirmesi ile gerçekleşir. Görsel 1.1'de hücre bölünmesi temeline dayanan büyüme, gelişme ve onarım olaylarına örnekler verilmiştir.

Görsel 1.1: a) Bir bitkinin çimlenmesi b) Boy uzaması c) Yaraların iyileşmesi

B. Bölünmenin Hücresel Gerekçeleri

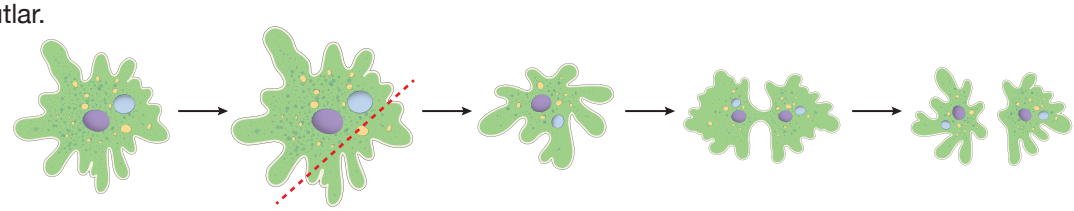
Bir hücrenin bölünebilmesi için hücrede bazı şartların oluşması gerekir. Hacim-yüzey oranının bozulması, sitoplazma-çekirdek oranının değişmesi ve hormonların etkisi bunlardan bazılarıdır.

Hücre zarının, besin maddelerinin alındığı ve atıkların atıldığı yüzey olduğunu anımsayınız. Hücrelerin büyüklüğü arttıkça yüzeylerinin hacimlerine oranı azalır. Bu nedenle yüzeyden yapılan madde alışverişi, artan hacmin ihtiyacını karşılayamaz hâle gelir. Hücre bölünmesi ile birim hacme düşen yüzey miktarının artması sağlanır. Hücrenin yönetiminden sorumlu olan çekirdeğin etki alanı sınırlıdır. Büyümekte olan bir hücrede çekirdeğin etki alanı azaldığı için hücrenin metabolik faaliyetleri aksayabilir. Bunu engellemek için hücrenin bölünmesi gereklidir. Yeterli büyüklüğe gelen bir hücrede DNA molekülü eşlenir ve hücre, bölünme sürecine girer. Böylece bölünme sonucu oluşan hücrelerin metabolizma faaliyetlerini sürdürebilmek için uygun büyüklükte kalması sağlanmış olur. Yapılan araştırmalar, ökaryot hücrelerin DNA eşlenmesi ile çekirdekten "Bölün!" komutu verilecek şekilde programlandığını göstermiştir. Bu bilgiden hareketle aşağıdaki deneyi inceleyiniz ve yorumlayınız.

UNUTMAYALIM

Tek hücreli canlılardan olan amipte sitoplazma belirli bir büyüklüğe eriştiğinde DNA eşlenmesi gerçekleşir ve hücre bölünür.

Yapılan bir deneyde bölünme büyüklüğüne erişen amibin sitoplazması kesilerek küçültülmüştür. Fakat hücrenin büyümeye devam etmeyerek bölündüğü gözlenmiştir. Bu deney DNA eşlenmesi ile çekirdekten "Bölün!" komutu verildiğini ve hücrenin yüzey oranı artsa da bölünmenin gerçekleştiğini kanıtlar.



Bölünme büyüklüğüne gelen amip | Sitoplazmanın kesilmesi | Bölünme | Yavru amipler

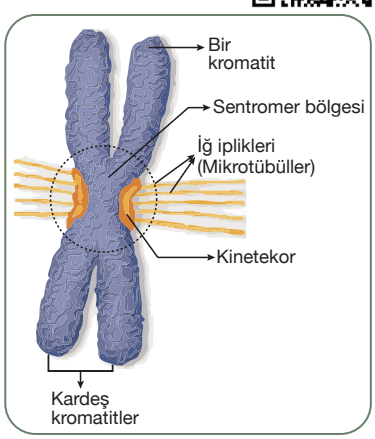
1.1.2. Mitozla İlgili Kavramlar

A. Kromozomların Yapısı ve Hücre Bölünmesindeki Rolü

Mitoz, döllenmiş yumurta hücresindeki kalıtsal bilginin vücudumuzu oluşturan bütün hücrelere eksiksiz olarak aktarılmasını sağlar. Dokuzuncu sınıfta, kalıtsal bilginin DNA molekülü üzerinde yer alan ve **gen** adı verilen birimlerde bulunduğunu öğrenmiştiniz. Mitoz ile bölünecek hücrenin DNA molekülü, yavru hücrelere değişmeden aktarılır. Böylece kalıtsal bilgi ana hücreden yavru hücrelere aktarılmış olur.

Prokaryot hücrelerde DNA genellikle halkasal yapıda bir molekül hâlinde bulunur. Ökaryot hücrelerde ise çok sayıda DNA molekülü vardır. Ökaryot hücrelerdeki DNA'nın toplam uzunluğu oldukça fazladır. Bu uzun DNA molekülü, hücre yaşamının büyük bir kısmında kromatin iplikler hâlinde bulunur.

Bölünmeye hazırlanan bir hücrede DNA molekülü kendini eşler. Buna **replikasyon** adı verilir. Kromatin iplikler yoğunlaşarak Şekil 1.1'de verildiği gibi kromozomlar hâlini alır.



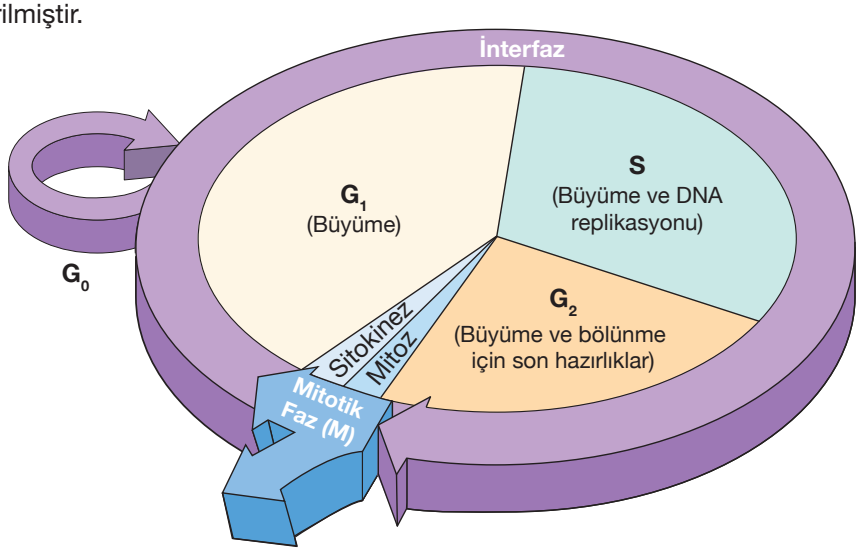
Şekil 1.1: Eşlenmiş bir kromozomun mitoz bölünme sırasındaki görünümü

Bölünmekte olan bir hücrede eşlenmiş kromozomlar iki kardeş kromatit içerir. Kardeş kromatitler birbirine **sentromer** adı verilen bölgeden bağlıdır. Kardeş kromatitler birbirinin aynısıdır. Mitozda kardeş kromatitlerin yavru hücrelere paylaştırılması ile özdeş DNA kopyaları paylaştırılmış olur. Sentromer bölgesindeki **kinetokor**, iğ ipliklerinin (kinetokor mikrotübüllerinin) bağlanma yeridir.

B. Hücre Döngüsü

Belirli bir büyüklüğe ulaşmış hücreler bölünerek çoğalır. Bir hücrenin bölünmeye başlamasından itibaren onu takip eden diğer hücre bölünmesine kadar geçen zaman aralığına **hücre döngüsü** denir.

Hücre döngüsünün süresi türlere göre farklılık gösterebilir. Hayvanlarda genel olarak 18-24 saat olmasına karşın bazı organizmalarda 20 dakika kadar kısa olabilir. Bir hücrenin bölünme hızı; hücrenin özelliği, görevi, bulunduğu doku, yaşama süresi gibi faktörlere bağlıdır. Şekil 1.2'de hücre döngüsünün evreleri gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Hücrenin yaşam döngüsü

24 saatte bir bölünen bir hücre için bu sürenin yaklaşık 23 saati **interfaz** adı verilen evreyi kapsarken kalan 1 saatlik kısımda hücre, bölünme aşamasındadır.

İnterfaz, hücrenin bölünmeye hazırlandığı süreçtir ve G_1, S ve G_2 olmak üzere üç evreye ayrılır. G_1 evresinde madde alışverişi, sentez ve yıkım reaksiyonları, organel yapımı, RNA sentezi gibi metabolik olaylar yoğun bir şekilde sürer. ATP sentezi hızlıdır. Hücre, bu evrede hızlı bir şekilde büyür.

S evresinde DNA kendini eşler. DNA eşlenmesi tamamlandığında hücre G_2 evresine geçer. G_2 evresinde protein, enzim ve RNA sentezi devam eder. Organel sayısı artar. Hücre, bölünme hazırlığını tamamlar.

M olarak gösterilen mitotik evre, hücre döngüsünün en kısa bölümüdür. Bölünmeyle ilgili hazırlıklar tamamlandıktan sonra bölünme gerçekleşir. Bu evrede çekirdek bölünmesinin gerçekleştiği mitoz (karyokinez) ve sitoplazma bölünmesinin gerçekleştiği sitokinez evreleri görülür.

G_1 evresindeki bir hücrede bölünme komutu verildiğinde DNA sentezinin gerçekleştiği S evresine geçilir; arkasından G_2 ve mitotik evre gelir. Bazı hücrelerde G_1 evresi çok uzun sürer. Metabolik olaylar devam ederken hücre bölünmesi gerçekleşmez. Örneğin, akyuvarlar bölünme geçirmeden işlevlerini yerine getirir ve ömürlerini tamamlar. Memelilerin çizgili kas hücresi ya da sinir hücreleri gibi ileri derecede farklılaşmış ve bölünme yeteneğinde olmayan hücreler G_1 evresinden çıkar. Bunlar G_0 olarak adlandırılan bölünmenin olmadığı evreye girer. Karaciğer hücreleri gibi bazı hücreler de sadece yaralanma ya da hücre ölümü sonucu kaybedilen hücrelerin yenilenmesi gerektiğinde bölünür. Hızlı bölünen embriyo hücreleri gibi hücrelerde ise G_1 gözlenmeden S evresine geçilir.

C. Hücre Döngüsünün Evreleri

Bir hücrenin, mitoz bölünme sırasında belirli aralıklarla fotoğrafını çekebilseydik kromozomların ve hücresel yapıların birbirinden farklı görünümlerini elde ederdik. Hücrenin bölünmeye hazırlandığı evre interfaz, çekirdek ve sitoplazma bölünmelerinin gerçekleştiği evre ise mitotik evre olarak adlandırılır. Mitotik evrede önce hücrenin çekirdeği bölünür. Bu evre mitozdur. Mitoz; profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere dört evrede tamamlanır. Daha sonra sitoplazma bölünür. Bu evre ise sitokinezdir.

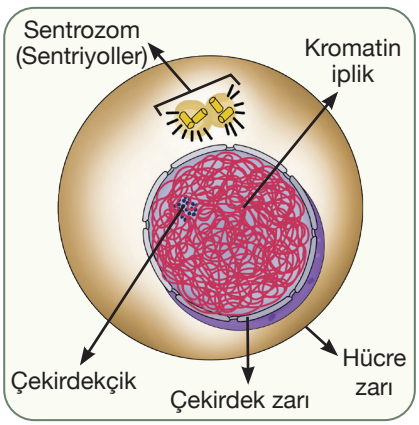
Şimdi, mitozun her bir evresinde gerçekleşen olayları sırasıyla açıklayalım.

I. İnterfaz

Daha önce değindiğimiz gibi hücre döngüsünün büyük bölümü interfazda geçer. Bu evrede hücrenin çekirdeği belirgindir. DNA, kromatin iplik hâlinde çekirdekte dağılmıştır. Hücre bölünmesi için gerekli olan protein, ATP ve diğer bileşikler bu evrede sentezlenir. Hücrede büyüme ve hacim artışı gözlenir.

İnterfaz sırasında DNA miktarı iki katına çıkar. Organel sentezi de bu evrede gerçekleşir. Özellikle enerji üretiminden sorumlu mitokondri ve protein sentezleyen ribozom gibi organellerin sayısı artar.

Hayvan hücrelerinde kromozomların ayrılmasında rol alan sentrozom (sentriyoller) bu evrede kendini eşler. Daha sonra hücre, bölünme süreci olan mitotik faza girer. Şekil 1.3'te interfaz evresindeki bir hücrenin görünümü ve eşlenmiş sentriyoller görülmektedir.



Şekil 1.3: İnterfaz evresindeki hayvan hücresinin görünümü

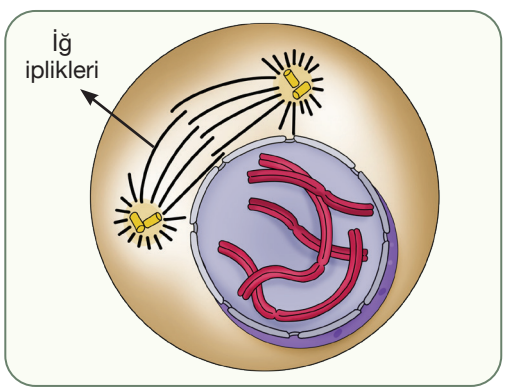
II. Mitotik Faz

Mitotik faz bölünme evresidir. Hücre çekirdeğinin bölündüğü **mitoz** ve sitoplazmanın bölündüğü **sitokinez** olmak üzere iki evreden oluşur.

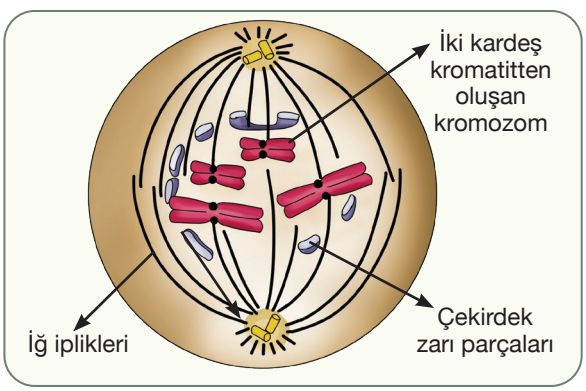
Çekirdek Bölünmesi (Mitoz / Karyokinez)

Bu evrede hücrede iki çekirdek oluşmuş olur. Bu olay birbirini izleyen dört evrede incelenir.

Profaz: Çekirdek zarı ve çekirdekçik eriyerek kaybolmaya başlar. Çekirdek içinde yer alan kromatin iplikler yoğunlaşarak her biri iki kardeş kromatitten oluşan kromozomlar hâlinde belirginleşir. Sentriyoller birbirinden ayrılarak hücrenin kutuplarına doğru hareket eder. Aralarında, mikrotübül organize edici merkez tarafından kontrol edilen iğ iplikleri oluşmaya başlar. Şekil 1.4 ve 1.5 üzerinde profaz evresinin başlangıcı ve sonunu inceleyerek bu evrede gerçekleşen olayları daha iyi kavrayabiliriz.



Şekil 1.4: Hayvan hücresinde profaz başlangıcı



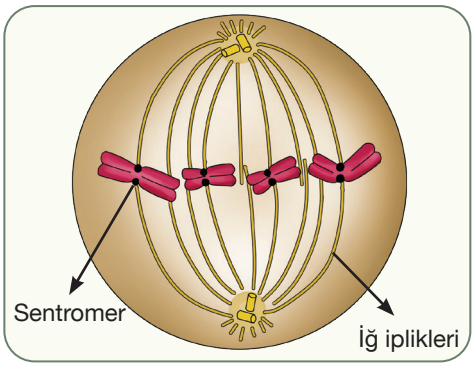
Şekil 1.5: Hayvan hücresinde profaz sonu

Profazın sonunda prometafaz olarak da adlandırılan evrede çekirdek zarı tamamen erimiştir. İki kromatitli kromozomlar, kinetekor mikrotübüllerine tutunur.

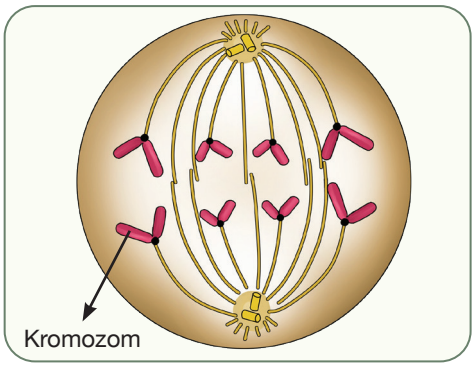
Metafaz: Kromozomlar, kinetekorlarından iğ ipliklerine tutunarak hücrenin ekvatoral düzleminde (metafaz plağı) sıralanmıştır. Kromozomlar tüm evreler içinde en belirgin hâlini bu evrede alır. Bu evrede, kromozomlar tek tek sayılabilir ve fotoğraflanabilir. Metafaz evresinde belirgin hâle gelen kromozomların görüntülenmesi **karyotip** olarak adlandırılır. Karyotip, mitoz kromozomlarının sayılarak analiz edilmesine imkân tanır. Karyotip analizi ile doğum öncesinde bebeğin kromozomlarının durumu incelemek ve çeşitli hastalıkların vb. olumsuz durumlara ilişkin doğum öncesi tanı koymak mümkün olmaktadır.

Anafaz: Kromozomlar sentromer bölgelerinden ayrılır ve bir kromozomun kardeş kromatitleri birbirinden ayrılarak hücrenin zıt kutuplarına doğru hareket etmeye başlar. Bu hareket, iğ ipliklerinin kasılması ve boylarının kısalmasıyla gerçekleşir. Kinetekora bağlı olmayan iğ iplikleri zıt kutuplara doğru itilerek hücrenin boyunun uzamasını sağlar ve kromozom hareketine katkıda bulunur. Hücrede kromozom sayısı bölünme öncesine göre geçici olarak iki katına çıkmış olur. Bu evrenin sonunda hücrenin iki kutbu eşit sayıda birer kromozom setine sahip olur.

Bir hayvan hücresinin Şekil 1.6'da metafaz ve 1.7'de anafaz evresindeki görünümlerini inceleyelim.



Şekil 1.6: Hayvan hücresinde metafaz

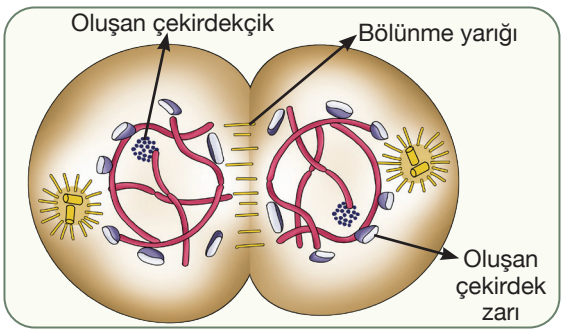


Şekil 1.7: Hayvan hücresinde anafaz

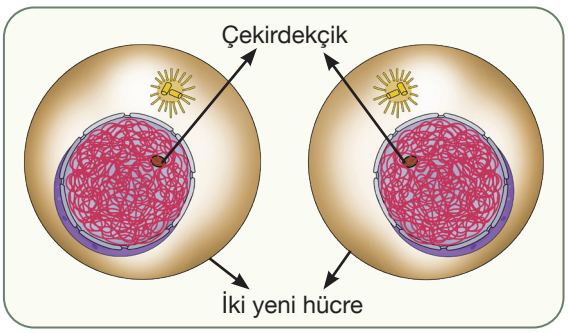
Telofaz ve Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez): Hücrenin kutuplarında bulunan kromozomlar uzayıp incelir, tekrar kromatin iplik hâline gelir. İğ iplikleri kaybolur. Çevrelerinde çekirdek zarı oluşmaya başlar. Çekirdekçik tekrar oluşur. Bir çekirdekten genetik olarak özdeş iki çekirdek meydana gelmiş olur.

Sitoplazma bölünmesi genellikle geç telofazda başlar. Çekirdeğin özdeş iki yeni çekirdeğe bölünmesi tamamlanırken sitoplazma da bölünmeye başlar. Hayvan hücrelerinde sitokinez, hücre zarını ekvator bölgesinden mikrofilamentlerin etkisiyle boğumlanması sonucu gerçekleşir. Anafazda iki katına çıkmış olan kromozom takımı her bir hücreye dağıldığından yeni hücrelerde bölünme öncesine göre kromozom sayısı sabit kalmış olur. Böylece başlangıçtaki tek hücreden onun kalıtsal özelliklerini taşıyan iki tane yavru hücre oluşur.

Şekil 1.8'de telofaz, Şekli 1.9'da sitokinez sonrasındaki hücrelerin görünümleri verilmiştir.



Şekil 1.8: Hayvan hücresinde telofaz ve sitokinez



Şekil 1.9: Hayvan hücresinde sitokinez sonu

Işık mikroskobunda, bölünmekte olan bir hücredeki kromozomları gözlemleyebiliriz. Kromatinlerin yoğunlaşması sonucu oluşan kromozomlar hücre bölünmesi sırasında mikroskopla gözlenebilir. Aşağıdaki etkinlikte kromozomları gözlemleme imkânı bulacaksınız.

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

ETKİNLİK 1.1

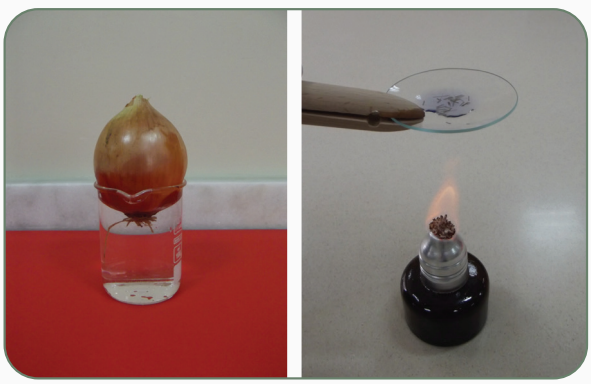
MİKROSKOPTA MİTOZU GÖZLEMLEYELİM

Amaç: bölünmekte olan soğanın kök bölgesinde yer alan hücrelerde kromozomları ve hücre bölünmesinin farklı evrelerini gözlemlemek

Araç ve gereçler: kuru soğan, lam, lamel, mikroskop, damlalık veya dereceli pipet, saat camı, makas, penset, bistüri, asetoorsein, tüp maşası, ispirto ocağı, kurutma kâğıdı, kibrit, beherglas, su, cetvel

Uyarı: Etkinlik gününden beş gün önce soğanı kök kısmı su içinde kalacak şekilde bir beherglasa yerleştiriniz ve soğanın köklenmesini sağlayınız.

UYGULAYALIM

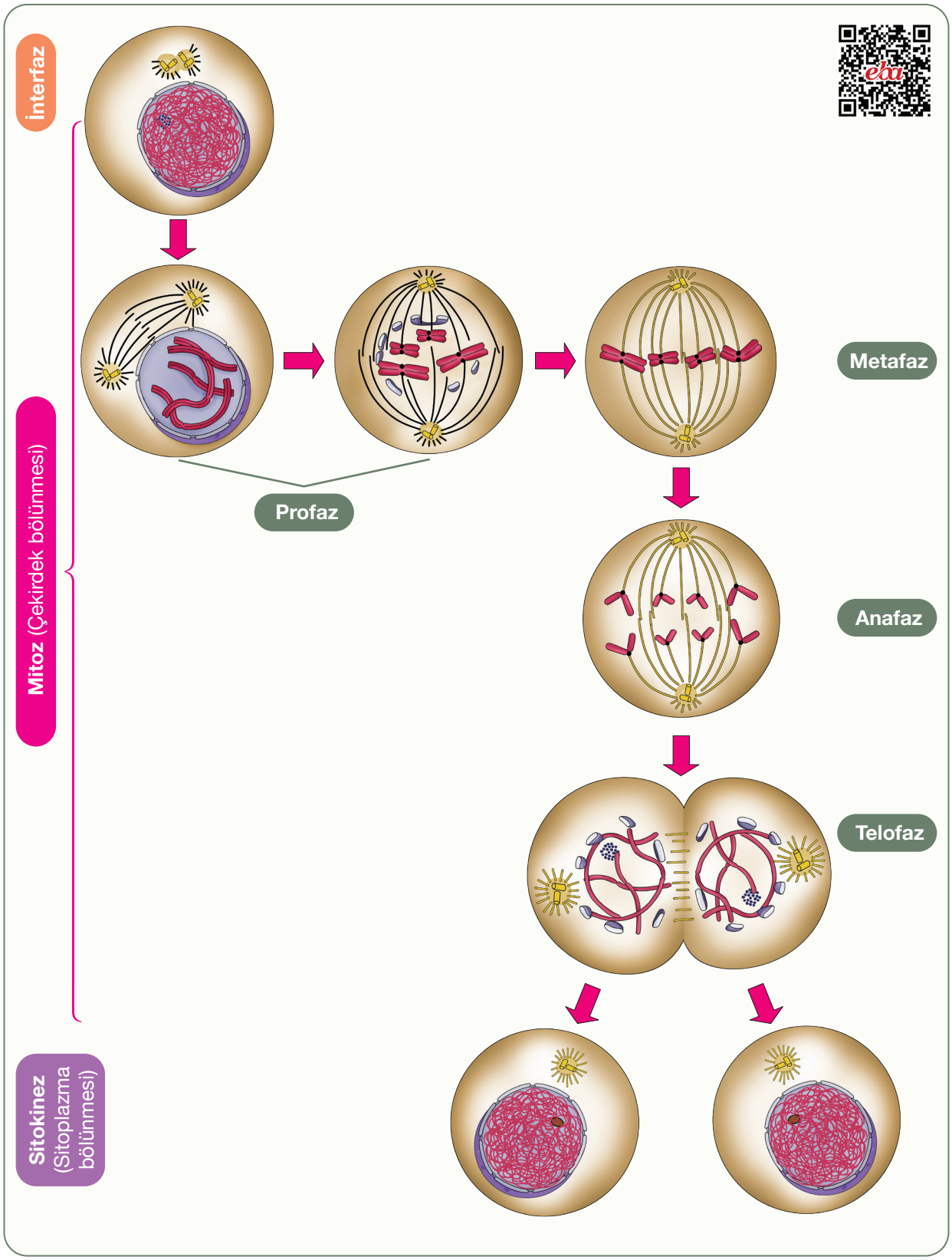


1. Soğanın 2 cm boyunda olan genç köklerinden birkaç tanesinin uçlarını (4,5 – 5 mm'lik kısmı) makasla keserek bir saat camına koyunuz. Üzerine kök parçalarını örtecek kadar asetoorsein boyası ilave ediniz.
2. Saat camını bir tüp maşası ile tutarak ve kaynamamasına özen göstererek ispirto ocağı alevinde 3-4 dakika ısıtınız.
3. Isıtılan parçaları penset ile alarak lam üzerine koyunuz. Bu parçaları bir bistüri ile mümkün olduğu kadar küçük parçalara ayırınız ve üzerlerine yeniden asetoorsein damlatınız.
4. Parçaları bir araya toplayarak üzerine bir lamel kapatınız. Preparatı iki parmak arasında sağa sola kaydırmadan sıkıp hücrelerin birbirinden ayrılarak yayılmasını sağlayınız.
5. Lamelden taşan boyayı kurutma kâğıdı ile alınız. Hazırladığınız preparatı mikroskopta önce küçük, daha sonra büyük objektifle inceleyiniz. Bölünmekte olan hücreleri ve bu hücrelerdeki kromozomların konumlarını belirleyiniz. Gördüğünüz yapıların şekillerini defterinize çiziniz.

SONUCA VARALIM

1. Etkinliğinize başlamadan önce soğanı köklendirmenizin nedeni ne olabilir?
2. Gözlemlediğiniz hücrelerin, hücre bölünmesinin farklı evrelerinde olduğunu düşünüyor musunuz?

Yaptığınız etkinlikte de gözlemlediğiniz hücre döngüsünün evrelerini aşağıda verilen Şekil 1.10 üzerinde inceleyelim.



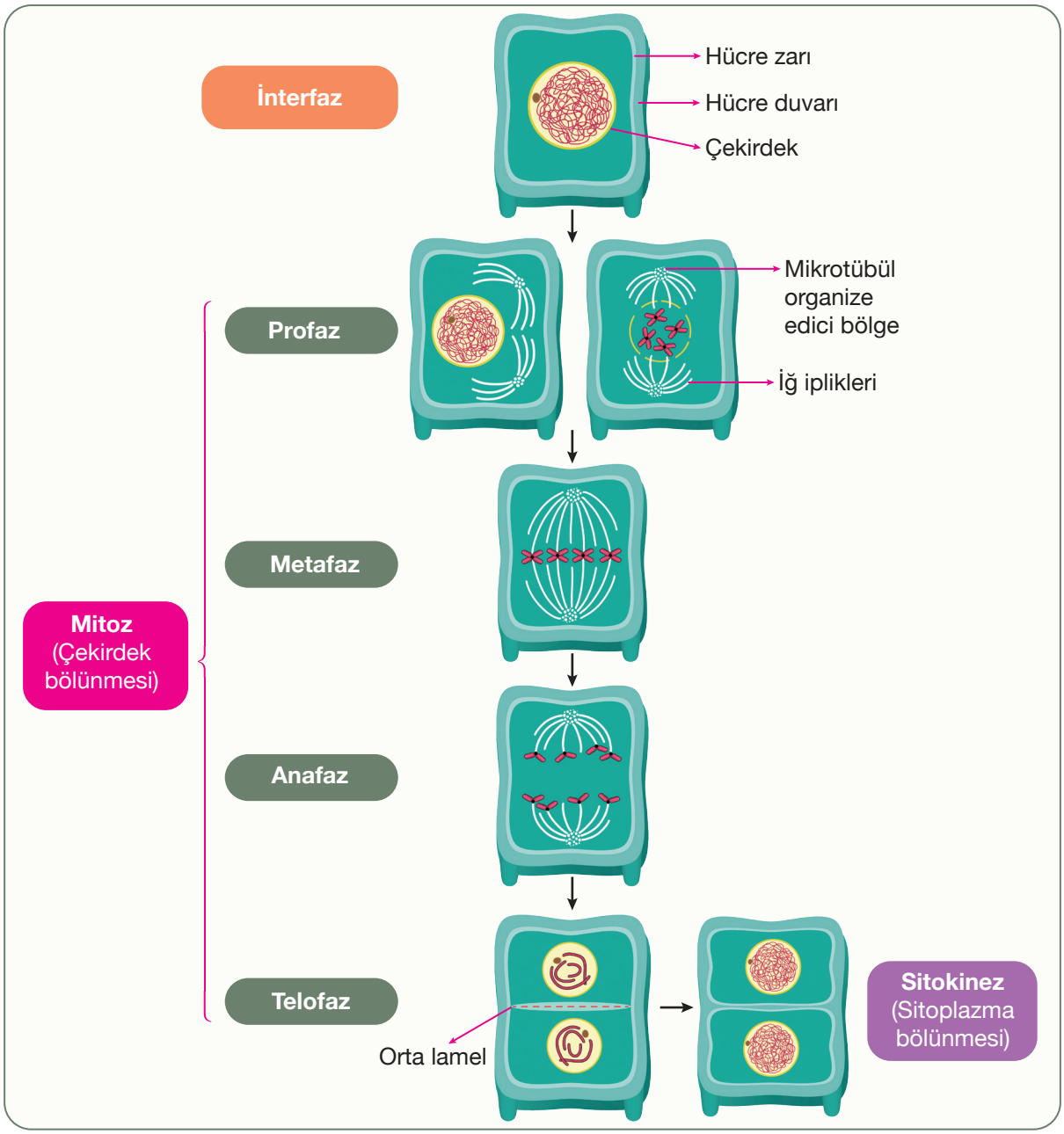
Şekil 1.10: Bir hayvan hücresinde hücre döngüsünün evreleri

Bitki ve hayvan hücrelerinde bölünme sırasında bazı farklılıklar vardır. Şekil 1.11 üzerinde bitki hücresinde mitozun evrelerini inceleyelim.

Dokuzuncu sınıftaki biyoloji dersinden hatırlayacağınız gibi gelişmiş bitki ve mantarlarda sentrozom bulunmaz. Hayvan hücrelerinde mikrotübül düzenleyici bölge tarafından üretilen iğ ipliklerinin oluşumu, buradaki sentrozom tarafından kontrol edilir. Bitki hücrelerinde ise sentrozom bulunmaz. Bu nedenle iğ ipliklerini oluşturma görevini sitoplazmadaki mikrotübül organize edici bölge üstlenir.

Bu nedenle profazda meydana gelen olaylar, bitki hücrelerinde hayvan hücrelerine göre farklılıklar gösterir. İğ ipliklerinin oluşumlarındaki farklılık bunların görevlerini değiştirmez.

Bitki hücrelerinde hücre zarının dışında selüloz yapıda cansız bir duvar bulunur. Bitkilerde hücre duvarı esnek olmayan bir yapıdadır. Bu nedenle genellikle telofazın sonuna doğru bitki hücrelerinde **orta lamel (ara plak)** oluşumu ortada başlayıp, merkezden kenarlara doğru ve iki yöndeki zara değinceye kadar devam eder. Bu şekilde oluşan hücre plağı, iki yavru hücreyi birbirinden ayırır.



Şekil 1.11: Bir bitki hücresinde hücre döngüsünün evreleri

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 1.2

MİTOZUN EVRELERİ

Amaç: mitozu açıklayan bir sunu (poster, animasyon, video vb.) hazırlamak ve bu sunuyu paylaşmak

Araç ve gereçler: genel ağ erişimli bilgisayar, mitoza ilişkin görseller

UYGULAYALIM

1. Öğretmeninizin rehberliğinde ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Grup arkadaşınızla iş birliği yapınız.
3. Grup içinde sorumluluğunuzu yerine getiriniz. Sunumunuzu öğretmeninizle kararlaştırdığınız tarihte yapınız.
4. Mitozu açıklayan poster, animasyon ya da video hazırlayarak sınıfınızda sununuz.
5. Animasyon hazırlamak için mitozun evrelerine ait çizimleri kullanabilir ya da bu görseller üzerinde mitozun evrelerini anlatarak bir video filmi çekebilirsiniz. Elektronik sunu hazırlama imkânınız yoksa mitoza ilişkin görselleri kullanarak poster hazırlayabilirsiniz.
6. Kendi sunumunuz sırasında karşılaşmak istediğiniz davranışları dikkate alarak diğer grupların sunularını dinleyiniz ve onlara karşı yapıcı eleştirilerde bulununuz.

Bir hücrede metafaz evresindeki kromozom sayısı sitokinez sonundaki hücrelerin kromozom sayısına eşittir. Bu sayı kromatit sayısının yarısıdır. Mitoz sonucu oluşan toplam hücre sayısı 2^n (n = bölünme sayısı) formülüyle hesaplanır. Örneğin bir hücre art arda iki kez mitoz geçirirse son bölünme sonucunda 4 ($2^2 = 4$) yeni hücre oluşur.

1.1 ÖRNEK

Bir canlının vücut hücresinde profaz sonunda 128 kromatit sayılıyor. Buna göre bu canlının vücut hücrelerinin kromozom sayısı nedir?

1.1 ÇÖZÜM

Soruda verilen vücut hücresinde profaz sonunda 128 kromatit = 64 kromozom bulunmaktadır. Buna göre canlının kromozom sayısı 64'tür.

1.2 ÖRNEK

İnsanda vücut hücrelerinden biri art arda dört mitoz geçiriyor. Buna göre bölünmekte olan hücrelerden birindeki kromatit sayısını ve bölünmeler sonucu oluşan hücre sayısını hesaplayınız.

1.2 ÇÖZÜM

İnsanda 2n = 46'dır. Metafazda kromozomların her biri kardeş kromatit çiftlerinden meydana gelir. Bu evrede 46 x 2 = 92 kromatit sayılır. Son bölünme sonucunda $2^4 = 16$ yeni hücre oluşur.

Ç. Hücre Bölünmesinin Kontrolü ve Kanser

Hücrelerin bölünme yeteneğinin bulundukları dokuya göre değişebileceğine değinmiştik. Örneğin deri ve kemik iliği hücreleri çok hızlı bölünme yeteneğindeyken yetişkin bir insandaki olgunlaşmış kırmızı kan hücreleri gibi bazı hücreler bölünemez. Karaciğer hücreleri sadece bir yaranın onarımı gibi gerekli durumlarda bölünür.

Normal büyüme, gelişme veya onarımın gerçekleşmesi için mitoz bölünmenin zamanı ve hızı çok önemlidir. Bu düzenleme, normalde hücrede sabit bir derişimde bulunan çeşitli moleküllerin miktarındaki değişimlerle ya da çevreden gelen hücre dışı sinyallerle düzenlenir. Hücrelerin bölünebilmesi için ortamda yeterli büyüme faktörünün bulunması gerekir. Büyüme faktörleri, belirli hücreler tarafından salgılanan ve hücreleri bölünmeye sevk eden özel proteinlerdir.

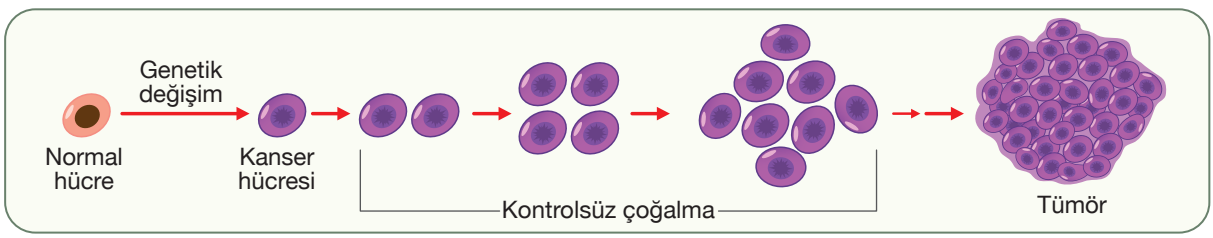
Hücre döngüsünün kontrol noktaları G_1, G_2 ve M noktalarıdır. Kontrol noktalarında hücre büyümesi, DNA eşlenmesi ve mitoz gibi hücresel süreçlerin tamamlanıp tamamlanmamasına göre "Dur!" veya "Devam et!" sinyalleri verilir. Örneğin DNA kendini eşlerken hasar meydana gelmişse onarım gerçekleşinceye kadar hücre döngüsü durdurulur. Eğer bir önceki evredeki olay tamamlandıysa sonraki evreye geçilir. Hücrede "Devam et!" sinyalinin verilmesi için birtakım şartların sağlanması gerekir. Bunlar; kontrol noktasında hücrenin yeterli büyüklüğe ulaşması, ortamda yeterli besin ve büyüme faktörü olması, DNA'da hasar bulunmaması olarak sıralanır.

Hücre bölünmesini kontrol eden bu mekanizmanın bozulmasının canlıda ne gibi önemli sonuçlar doğuracağını biliyor musunuz?

Hücre bölünmesinin kontrolünün bozulması, tüm dünyada önemli bir sağlık sorunu olan kansere yol açabilir. **Kanser**, en basit tanımıyla kontrolsüz hücre çoğalmasıdır. Kanser; hücre döngüsü üzerindeki kontrolün yitirilmesi, belirli moleküllerin üretilememesi, fazla miktarda üretilmesi veya yanlış zamanda üretilmesinden kaynaklanabilir.

Hücrelerin büyüme ve bölünme mekanizmaları hakkında henüz cevaplanmamış birçok soru vardır. Normal (sağlıklı) hücrelerin yaşam döngülerinin anlaşılması, kanser hücrelerinin nasıl oluştuğunun anlaşılması açısından da büyük önem taşımaktadır. Çünkü kanser hücrelerinde bölünme, hücrenin kontrolünden çıkmıştır. Bu hücreler kontrol mekanizmalarına cevap vermez. Ortamda büyüme faktörleri olmasa da bölünmeyi durdurmaz ve diğer dokuları istila edebilir.

Normal bir hücrenin kanser hücresine dönüşmesi durumunda bağışıklık sistemi bu hücreyi istilacı olarak tanır ve onu yok etmeye çalışır. Eğer kanser hücresi yok edilmezse bölünmeye başlar ve Şekil 1.12'deki gibi bir tümör oluşur. Tümör, herhangi bir dokudaki anormal hücre kitlesidir. İyi huylu tümörler, oluştuğu dokuda kalır ve diğer dokulara yayılmaz. Bunlar sıklıkla ameliyatla alınır ve çoğunlukla da tekrar oluşmaz.



Şekil 1.12: Sağlıklı hücrenin kanser hücresine dönüşümü ve tümör oluşumu

Oluştuğu dokudan, kan ve lenf sıvısı gibi yollarla diğer dokulara yayılan tümörler kansere neden olur. Bunlar kötü huylu tümörlerdir. Kanser hücrelerinin köken aldıkları kötü huylu tümörden ayrılarak lenf sistemine veya kan dolaşımı yolu ile diğer organlara taşınması **metastaz** olarak adlandırılır. Metastaza uğramış kanserli hücreler, hızla çoğalıp taşındıkları dokuda büyüyerek yeni tümörler oluşturur. Sonuçta organların işlevlerini bozarak hastanın hayatını tehdit edebilir.

Kanser; genetik şifremizde çeşitli sebeplerle oluşan bozulmalarla meydana gelir, genellikle tek bir sebebe bağlı değildir. Kansere sebep olan faktörler arasında sigara ve alkol gibi bazı kimyasal maddeler, radyasyon, sağlıksız beslenme, kalıtım, bazı virüs ve bakteriler sayılabilir.

1.1.3. Eşeysiz Üreme

Yanda verilen Görsel 1.2'de omurgasız bir hayvan olan denizyıldızını görüyorsunuz. Midye avcıları, midye ile beslenen denizyıldızını düşman bilir. Eskiden balıkçılar yakaladıkları denizyıldızını ikiye bölüp suya fırlatırlardı. Ancak zamanla bu hareketin çok hatalı bir yol olduğu anlaşıldı. Midye avcıları bu hareketleriyle denizyıldızlarını azaltmıyor, aksine bu hayvanların çoğalmalarına yardımcı oluyorlardı. Denizyıldızlarının yenilenme yeteneği o kadar yüksektir ki belirli bir büyüklükteki bir tek kol bile kendisini yeni bir denizyıldızı hâline gelecek şekilde tamamlayabilir.

Görsel 1.2: Denizyıldızı

Canlılarda, yukarıdaki örnekte olduğu gibi farklı üreme şekilleri görülebilir. Fakat esasında bütün üreme olayları hücre bölünmesi temeline dayanır. Bildiğiniz gibi bir hücreli canlılar iki yavru hücre oluşturmak üzere bölünür. Bu hücre bölünmesi ile organizma sayısı artmış olur. Bazı çok hücreli organizmalar da mitoz bölünme ile üreyebilir. Örneğin çilek bitkisi, toprak üzerinde uzanan kısımları ile yeni bitkiler oluşturur. Bu üreme şekillerinde döllenme gözlenmez. Döllenme olmaksızın eşeysiz üreyen canlılar kendisiyle aynı genetik bilgiye sahip yavrular meydana getirir. Sadece bir ata canlının bulunması eşeysiz üreme için yeterlidir.

A. Eşeysiz Üreme Çeşitleri

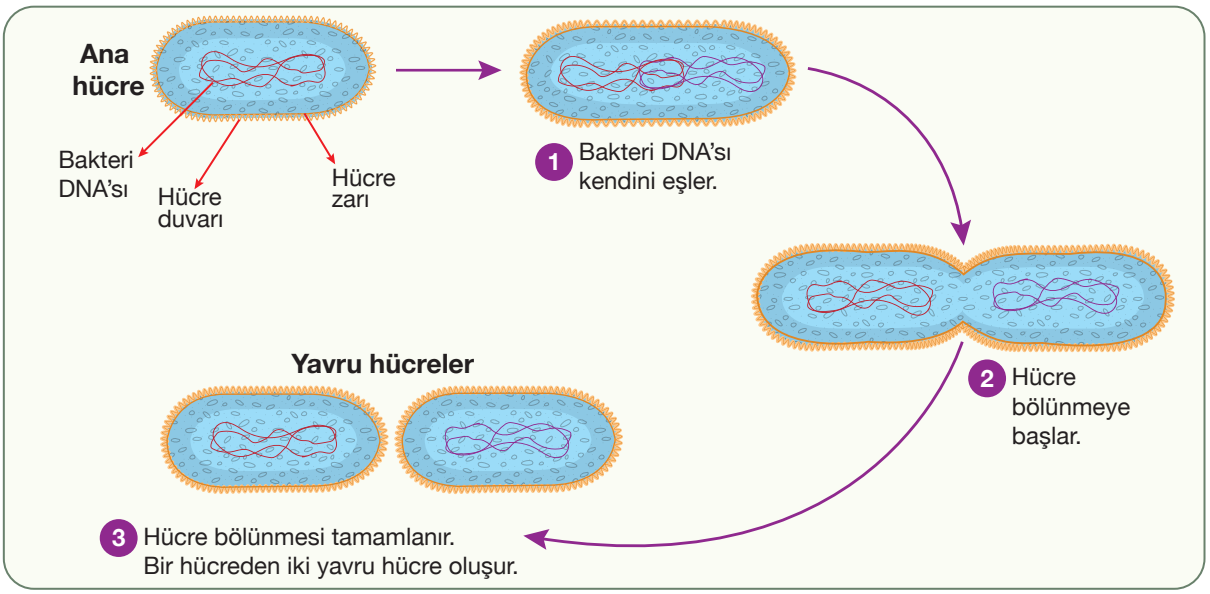
Genel olarak eşeysiz üreme; bir hücreli organizmalarda, mantarlarda, çiçeksiz bitkilerde ve sünger, sölenter gibi omurgasız hayvanlarda görülür. Şimdi canlılarda görülen eşeysiz üreme çeşitlerini sırasıyla inceleyelim.

I. Bölünerek Üreme

Bir hücreli organizmalarda görülen **bölünerek üreme** en basit ve hızlı üreme şeklidir. Prokaryot hücreler olan bakteriler ile ökaryot hücre yapısına sahip bazı maya türleri, amip, öglena ve paramesyum gibi protistler ikiye bölünerek çoğalır. Prokaryot hücre yapısına sahip bakterilerde DNA'nın eşlenerek hücrenin zıt kutuplarına gider ve sitoplazmanın bölünür. Şekil 1.13'te verilen örneği inceleyelim.

UNUTMAYALIM

Eşeysiz üreme sonucu tek bir ebeveynden oluşan canlılar birbirinin ve ana canlının genetik kopyasıdır. Böyle canlılara **klon** adı verilir.

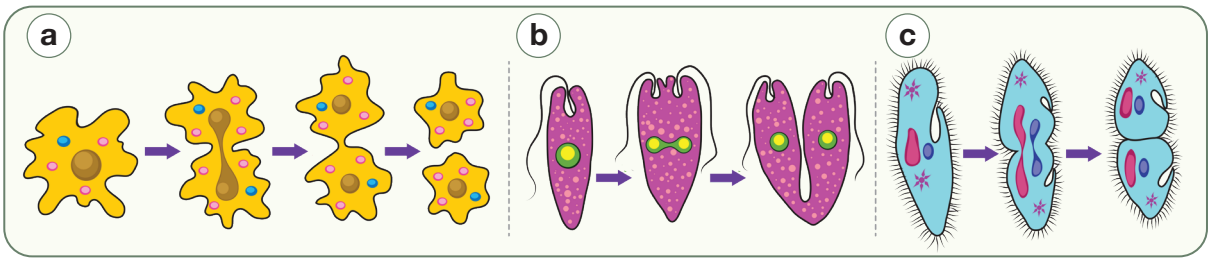


Şekil 1.13: Bakterilerde eşeysiz üreme

Bildiğiniz gibi bakteriler prokaryot canlılardır. Bunlarda halkasal yapıdaki DNA, çekirdek zarı ile çevrili değildir. Bölünme öncesinde bakteri DNA'sı kendini eşler. DNA eşlenmesi sırasında bir taraftan hücre büyümesi de devam etmektedir. Ortaya çıkan DNA kopyaları, birbirinden uzaklaşmaya başlar. Hücre zarı da iki yeni hücreyi ayıracak şekilde içeri doğru gelişir. İki yavru hücre arasında hücre duvarı meydana gelerek bölünme tamamlanır.

Paramesyum ve amip gibi ökaryot bir hücreli canlılarda çekirdek ve sitoplazma bölünmesi art arda gerçekleşir.

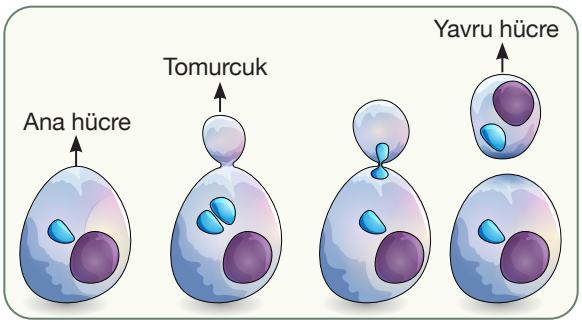
Ökaryot bir hücreli canlılarda bölünmenin yönü, bir hücreli organizmanın hücresel yapısına göre değişir. Paramesyum enine, öglena boyuna, amip ise her yönden bölünür. Şekil 1.14'te verilen bu bölünme şekillerini inceleyelim.



Şekil 1.14: a) Amipte her yönden bölünerek üreme b) Öglenada boyuna bölünme c) Paramesyumda enine bölünme

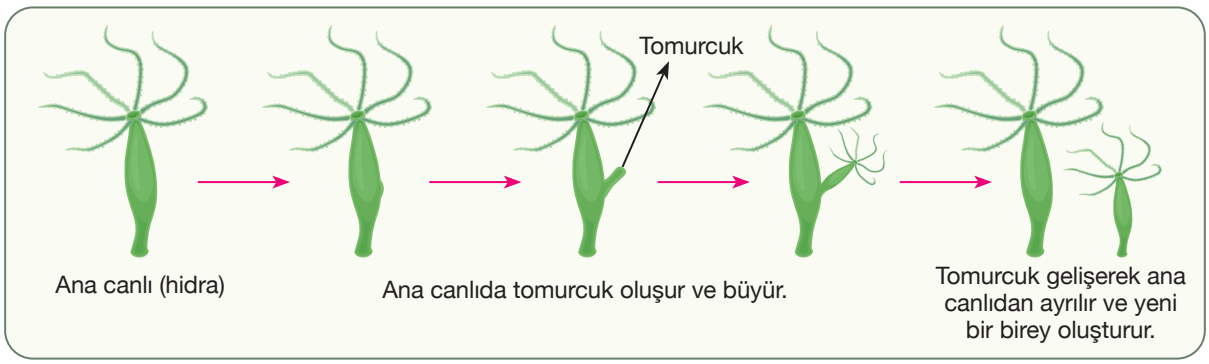
II. Tomurcuklanma ile Üreme

Bir canlının hücre ya da vücudunun bir kısmından daha küçük bir çıkıntının oluşması ve bu yapının gelişerek yeni bir canlı oluşturması **tomurcuklanma** adını alır. Maya mantarlarında ve bir çeşit deniz canlısı olan hidrada tomurcuklanma ile üreme görülür. Bir hücreli olan maya mantarlarında hücrenin bir kısmında bir tomurcuk gelişir. Hücrenin çekirdeği kendini eşler. Organellerin sayısı artar. Ana hücrenin çekirdeği tomurcuğa geçer ve tomurcuk ana hücreden ayrılır. Böylece bir organizma meydana getirir. Bira mayasında tomurcuklanma ile üreme Şekil 1.15'te verilmiştir.



Şekil 1.15: Bira mayasında tomurcuklanma ile üreme

Çok hücreli bir canlı olan hidrada ise mitoz bölünen hücrelerin meydana getirdikleri tomurcuk büyüyerek yeni bir hidra meydana getirir. Şekil 1.16'da hidrada tomurcuklanma ile üreme verilmiştir. Tomurcuklanma ile üreme sonucu oluşan yavru, ana bireyden daha küçüktür. Yavru, yeterli büyüklüğe ulaştıktan sonra ya ana bireyden ayrılır ya da bireyler bir arada kalarak bir koloni oluşturur.



Şekil 1.16: Hidrada tomurcuklanma ile üreme

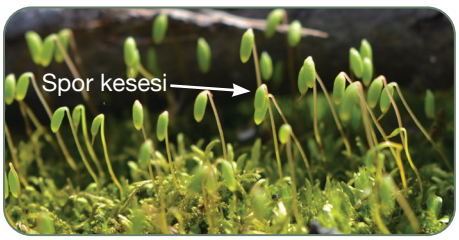
Bitkiler âleminde sporla üreyen canlıların hangileri olduğunu ve bu canlıların yaşam döngülerinde görülen olayları genel ağ, dergi, kitap gibi kaynaklardan araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı sözlü bir sunu hâlinde sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

III. Sporla Üreme

Sporlar çevreleri kalın bir örtü ile sarılı, olumsuz ortam koşullarına dayanıklı hücrelerdir. Sporlar su, rüzgâr gibi etmenlerle çevreye yayılır ve uygun koşullarda gelişerek yeni bir canlıyı oluşturabilir. Sporlar döllenme olmaksızın gelişerek kendi başına bir organizma oluşturan üreme hücreleridir. Bu nedenle sporla üreme bir eşeysiz üreme çeşididir.

Sporla üreme, bir hücrelilerden plazmodyumda (sıtma hastalığının etkeni), mantarlarda ve tohumsuz bitkilerde görülür.

Görsel 1.3'te tohumsuz bir bitki olan kara yosununda spor keselerini görüyorsunuz. Spor keselerinde oluşan sporlar çevreye dağılır. Bunlar, ağaç kabuğu veya toprak vb. nemli bir ortam bulduklarında çimlenebilir.



Görsel 1.3: Kara yosununda spor keseleri

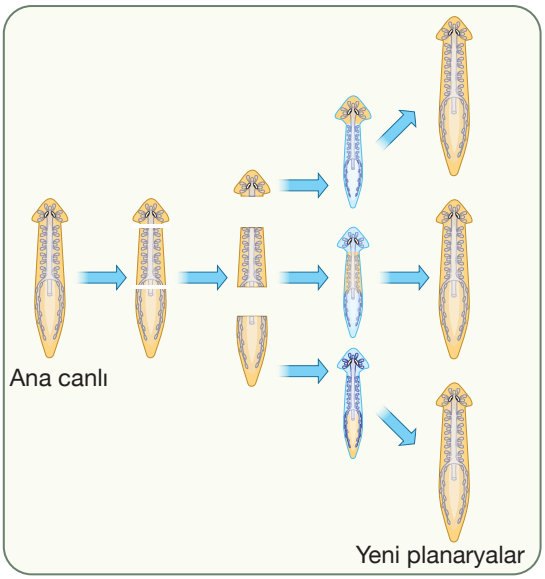
IV. Rejenerasyonla Üreme

Çeşitli nedenlerle kopan veya zarar gören doku ya da organların onarılarak yeniden yapılandırılması **rejenerasyon** (yenilenme) adını alır.

Canlı organizmalarda farklı şekillerde rejenerasyona rastlanır. Genel olarak canlının rejenerasyon yeteneği ile gelişmişlik düzeyi arasında ters orantı vardır. Basit organizasyonlu canlılarda rejenerasyon yeteneği fazladır. Memeliler ve kuşlar gibi gelişmiş organizasyonlu canlılarda rejenerasyon, dokuların onarımı ile sınırlıdır. Örneğin yaralarınızın iyileşmesi bir rejenerasyon olayıdır. Bir yaranın iyileşmesi sırasında, zarar gören veya ölen hücrelerin yerine yenileri mitoz ile yapılarak yaralanan doku onarılır.

Sürüngenlerden kertenkele ise daha ileri düzeyde rejenerasyon yeteneğine sahiptir. Kertenkele kopan kuyruğunu yenileyebilir.

Yukarıdaki olayların hiçbiri üreme değildir. Rejenerasyon sonucu üreme olabilmesi için organizmanın tüm vücudunu yenileyebilme yeteneğinde olması gerekir. Bunun en güzel örneklerinden birini Şekil 1.17'de görmektesiniz. Bir cins yassı solucan olan planarya, enine parçalara ayrıldığında bölünen her parça kendini yeniler ve yeni bir planarya oluşturur. Denizyıldızlarının bazı türleri kopan kolunu yenilerken, bazı türlerde ise kopan her kol kendini tamamlayarak yeni bir deniz yıldızı meydana getirir. Denizyıldızları merkezî bir disk ve genellikle beş kollu bir yapıya sahiptir. Merkezî disk, denizyıldızlarının rejenerasyonlarında önemli bir yapıdır. Bu canlılarda kopan kol, merkezî diskten pay almamış durumdaysa sadece organ (kol) yenilenir. Merkezî diskten pay almışsa vücut düzeyinde rejenerasyon olur. Böylece eşeysiz üremeyle yeni bireyler oluşur.



Şekil 1.17: Planaryada rejenerasyon ile üreme

Planarya ve denizyıldızı gibi bazı canlıların kopan vücut kısımlarını tamamlayarak yeni birer organizma oluşturmaları **rejenerasyonla üreme** olarak adlandırılır.

V. Partenogenez

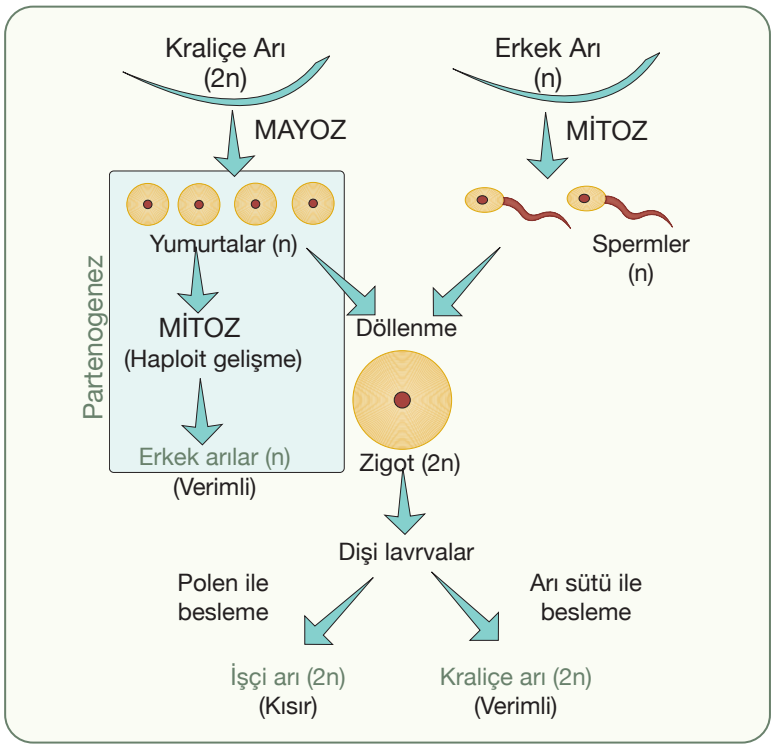
Bazı kelebek, balık ve kertenkele türlerinde, bal arılarında, su pirelerinde, yaprak bitlerinde, karıncalarda partenogenez adı verilen özel bir üreme şekli görülür. **Partenogenez**, döllenmemiş yumurta hücresinin mitozla gelişerek yeni bir birey meydana getirmesidir. Bu üreme şeklinin nasıl gerçekleştiğini anlamak için bal arılarında üreme olayını inceleyelim:

Bir bal arısı kolonisinde hem eşeyli üreme hem de partenogenez görülür. Bu canlılarda sosyal rolü bakımından farklı üç tip birey vardır. Bunlar kraliçe arı, erkek arı ve işçi arıdır. Kraliçe arı diploittir ve mayoz bölünme ile haploit yumurtaları oluşturur. Kraliçe arı genellikle yaşamı boyunca bir kez çiftleşme uçuşuna çıkar ve erkek arılarla çiftleşir. Erkek arılardan aldığı spermleri, bir ucu yumurta kanalına bakan bir kesede taşır. Bu kesenin yumurta kanalına bakan kısmında bir kapak vardır. Eğer bu kapak açılırsa yumurtalar spermler tarafından döllenebilir. Bu döllenmiş yumurtalardan çıkan larvalar dişidir. Larvalardan bazıları arı sütü ile beslenir. Bunlardan biri kovanın gelecekteki kraliçesi olacaktır. Görsel 1.4'te gördüğünüz gibi kraliçe arı kovandaki en iri, gösterişli arıdır ve üremeden sorumludur.

Görsel 1.4: Bir kovandaki kraliçe arı (okla gösterilen) ve işçi arılar (diğerleri)

Arı sütü ile beslenmeyen diploit larvalar polenle beslenir ve işçi arıları oluşturur. Kısır olan işçi arılar larvaların beslenmesi, bal üretimi ve kovanın bakımından sorumludur.

Kraliçe arının mayoz bölünme ile oluşturduğu yumurtalardan bir kısmı döllenmez. Döllenmemiş yumurtalardan çıkan larvalar, haploit (n) kromozomlu erkek arıları oluşturur. Bunlar sperm üretiminden sorumludur. Aşağıda verilen Şekil 1.18'i inceleyiniz. Arılarda yumurta ve spermlerin hangi bölünmelerle oluşturulduğuna dikkat ediniz. Erkek arıların oluşumunda da çeşitlilik var mıdır? Tartışınız.



Şekil 1.18: Bal arılarında partenogenez ile üreme

UNUTMAYALIM

Fedakârlık yapma, dayanışma ve bulunduğu topluma karşı sorumlu olma insanların sahip olduğu önemli değerlerdir. Hayvan topluluklarında da bazen bizlere örnek olacak davranışlar gözleriz. Bir arı kolonisinde her bir arı, bulduğu besin kaynağını bütün kovana haber verir. İşçi arılar kovandaki kraliçe ve kendilerine ait olmayan larvalar için durmaksızın çalışır. Koloni oluşturan canlılar bunu bilinçli olarak yapmaz. Diğer taraftan bu canlıların sahip oldukları fiziksel ve kimyasal özellikler, kendi aralarında olağanüstü bir iş birliği yapmalarını sağlar.

Birçok türde partenogenez ve eşeyli üreme birlikte görülür. Bazı canlılarda bu iki üreme olayı dönüşümlü olarak gerçekleşir. Örneğin su pirelerinde besin, sıcaklık vb. yönünden uygun koşullarda yumurtalar döllenmeden gelişir. Bu yumurtalardan haploit bireyler meydana gelir. Böylece olumlu çevre koşullarında birey sayısı partenogenezle hızla artırılır. Olumsuz koşullarda ise dayanıklı bireylerin oluşturulması eşeyli üreme ile sağlanır.

Görsel 1.5: Kamçı kuyruklu kertenkele

Omurgalılardan bazı balık, kurbağa ve kertenkele türlerinde de partenogenez görülebilir.

Görsel 1.5'te görülen kamçı kuyruklu kertenkelelerin bazı türlerinde üreme sadece partenogenezle olur. Bunların popülasyonlarında erkek bireye rastlanmaz. Dişilerin oluşturdukları yumurtalar, döllenmeden gelişerek yeni dişi bireyleri meydana getirir.

VI. Vejetatif Üreme

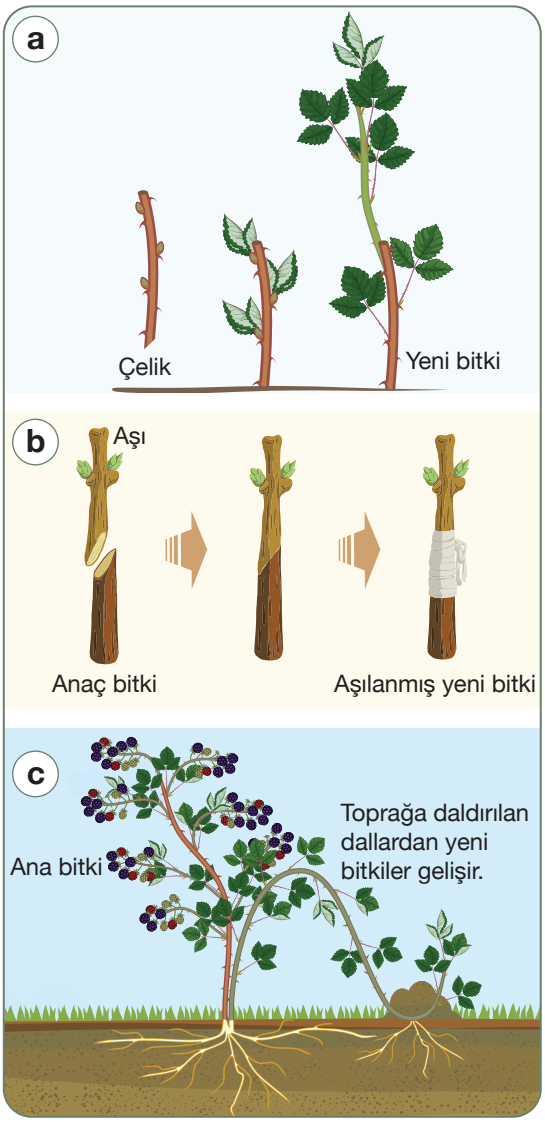
Bitkiler âleminde görülen çeşitli üreme şekillerinden biri de **vejetatif üreme** adı verilen eşeysiz üremedir. Vejetatif üreme bitkilerin yaprak, kök ve gövde gibi vejetatif organlarının belli kısımlarından ana bitkiyle aynı genetik yapıya sahip yeni bireylerin oluşmasıdır. Ana bitkiden ayrılan doku ya da organ parçası mitozla gelişerek yeni ve bağımsız bir bitki oluşturur. Bu şekilde genetik çeşitlilik olmadan tek bir bireyden birbirinin genetik kopyası olan çok sayıda bitki üremiş olur.

Bir menekşe bitkisinden bir yaprak koparıp yeni bir saksıya dikerek bu bitkinin aynısından elde edebileceğinizi biliyorsunuzdur. Bir bitkinin yaprak, gövde veya kökünden alınan ve yeni bir bitki üretme potansiyelindeki parçalarına **çelik** adı verilir. Bu parçalar kullanılarak yapılan vejetatif üreme biçimine ise **çelikle üreme** denir. Özellikle süs bitkileri ve meyve ağaçlarının üretiminde çelikle üremeden faydalanılır.

Çelikle üremenin bir başka biçimi de **aşılama** adını alır. Aşılama, iki bitki parçasını bir bitkiymiş gibi kaynaşacak ve büyümeye devam edecek şekilde birleştirme tekniğidir.

Daldırma, bitkisel üretimde çok eskiden bu yana kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde ana bitkinin dalları, kendisinden ayrılmadan toprağa gömülür. Toprağa gömülen kısım köklendikten sonra yeni bir bitki elde etmek amacıyla ana bitkiden kesilerek ayrılır. Genel olarak dallarından köklenebilen gül, hanımeli, incir, yasemin, manolya, morsalkım gibi bitkiler daldırma ile üretilebilir.

Şekil 1.19'da çelikle, aşılamayla ve daldırmayla üreme açıklanmıştır.



Şekil 1.19: a) Çelikle üreme b) Aşılama ile üreme c) Daldırma ile üreme

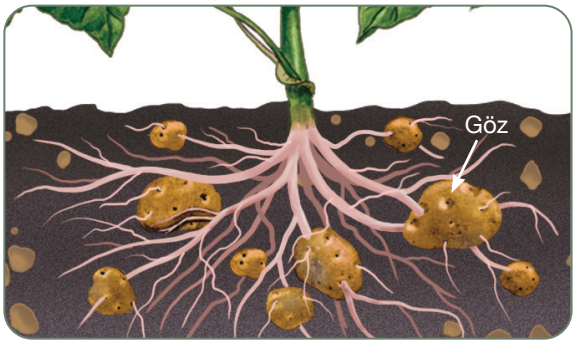
Vejetatif üreme şekillerinden bir diğeri de **sürgün** oluşumudur. Yer elması ve patates gibi bazı bitkilerde **yumru** adı verilen ve besin depolamak için özelleşmiş toprak altı gövdesi bulunur. Şekil 1.20'de patateste gözler görülmektedir. Yumruda bulunan ve **göz** adı verilen kısımlardan gelişen sürgünler yeni bir bitki meydana getirir.

Yedek besin maddesi depo eden, toprak altında yatay olarak uzanan, genellikle silindir biçimindeki toprak altı gövdesine ise **rizom** denir. Zencefil ve ayrık otu gibi bitkilerde rizom gövde görülür. Toprak altında gelişen rizomdaki gözlerden yeni bitkiler meydana gelir. Rizomlu bitkiler, tohumlarıyla çoğaldıkları gibi rizomlarının bir göz taşıyan en küçük parçasıyla bile vejetatif olarak üreme özelliğine sahiptir. Şekil 1.21'de rizomla üreme gösterilmiştir.

Bazı bitki türlerinin toprak üstünde uzanan ve **stolon** adı verilen sürünücü gövdeleri bulunur. Stolanların toprağa değdiği yerdeki gözlerden yeni bitkiler meydana gelir. Bu üreme şekli sürünücü gövde ile üreme olarak bilinir.

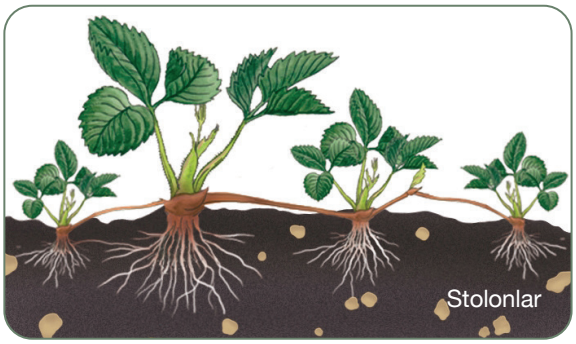
Sürünücü gövde ile üreyen ana bitki, kendisiyle genetik olarak aynı olan çok sayıda bitki üreterek toprak üzerinde yayılır. Sürünücü gövde ile üremeye en bilinen örnek çilek bitkisidir. Şekil 1.22'de gösterildiği gibi çilek bitkisinin toprak üzerinde sürünerek yayılan gövdesinden yeni bitkiler meydana gelir.

Soğan, tabakalar hâlinde üst üste dizilmiş kalın, etli yapraklara sahip olan toprak altı bitki parçasıdır. Lale, soğan, zambak ve sümbül gibi soğanlı bitkilerin soğanları, uygun koşullarda gelişerek yeni bir bireyi oluşturur. Örneğin sümbül soğanı vejetatif olarak iki soğan oluşturur ve bu soğanların her birinden yeni bir birey meydana gelir. Şekil 1.23'te soğanlı bir bitkinin görünümü verilmiştir.

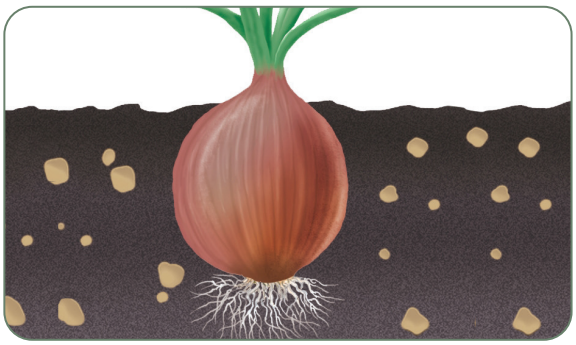


Şekil 1.20: Patates yumrusunda bulunan gözler

Şekil 1.21: Rizomla üreme



Şekil 1.22: Çilekte sürünücü gövde (stolon) ile üreme



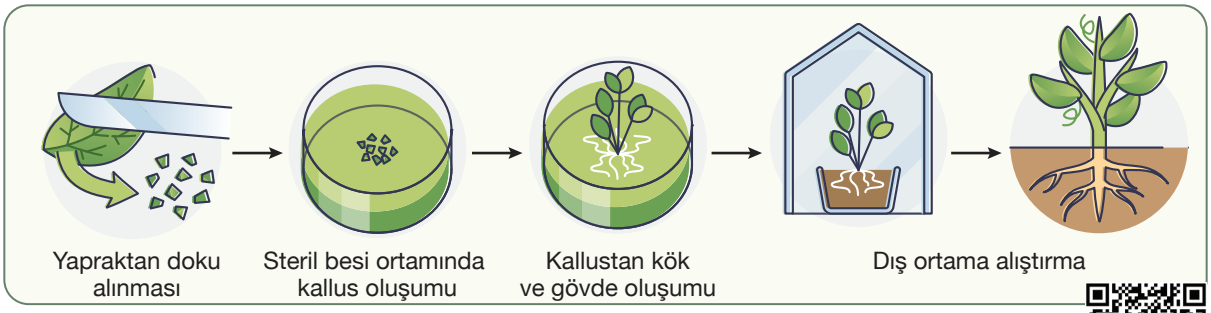
Şekil 1.23: Soğandan gelişen yeni bitki

SIRA SİZDE

Vejetatif olarak üreyen bir bitkide oluşan yeni bitkilerin ana bitki ile aynı kalıtsal yapıda olduğunu bilimsel olarak açıklayan bir paragraf yazınız.

VII. Doku Kültürü Tekniği

Doku kültürü tekniğinde bir bitkinin hücre, doku veya organ gibi kısımları kullanılarak steril şartlarda ve uygun yapay besin ortamında yeni doku, bitki ya da bitkisel ürünler elde edilir. Şekil 1.24'te görüldüğü gibi doku kültürü tekniği çeşitli basamaklardan oluşur. Öncelikle kök, gövde, dal, yaprak gibi kısımlarından alınan küçük doku parçaları steril besi ortamına konur. Besi ortamındaki hücreler bölünüp çoğalarak **kallus** adı verilen düzensiz doku kümesini oluşturur. Kallus, büyüme hormonu içeren ortama alınır. Kallustan farklılaşan hücreler, kök ve gövdeye sahip yeni bitkiler oluşturur. Bazı bitkilerde farklılaşan kallus hücrelerinden embriyo oluşturulabilir. Doku kültürü tekniğinin hastalıklardan arınmış bitkiler elde edilmesi mevsime bağlı olmadan, kısa sürede, çok sayıda ve aynı genetik yapıda bitkinin üretimi, diğer yöntemlerle üretimi zor olan bitkilerin üretimi ve nesli tehlike altındaki türlerin korunması gibi kullanım alanları vardır.



Şekil 1.24: Bitki doku kültürünün aşamaları

B. Eşeysiz Üremenin Tarımsal Önemi

İnsanların gıda gereksinimini karşılayan tarımsal üretim, ülkelerin ekonomik büyümesi ve kalkınması için çok önemlidir. Tarımsal üretim sabır ve emek gerektirir. Çiftçilerin yetiştireceği yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesi oldukça zahmetli çalışmalardır. Çoğunlukla 12-15 yıl süren bu faaliyetler bilimsel bilginin yanı sıra yoğun bir emek harcamayı, toplumu ve ülkeyi sevmeyi, azimli olmayı gerektirir. Bu çalışmaların sonucunda da ister bir çiftçi ister laboratuvarda çalışan bir araştırmacı olsun bu insanların emekleri topluma yararlı ürünlere dönüşür.

Tarımsal üretimde tohumla (eşeyli) ve vejetatif (eşeysiz) üreme olmak üzere yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır.

Görsel 1.6'da elma ağacında aşılama gösterilmiştir. Elma, üzüm, armut, kayısı gibi bazı meyve ve sebzelerin yetiştiriciliğinde daha önce öğrendiğimiz çelikle üreme ve aşılama gibi vejetatif üreme yöntemleri kullanılır. Tohumdan üretme tercih edilmez. Peki, bu gibi tarım alanlarında yaygın olarak vejetatif üremenin kullanılmasının nedenleri neler olabilir?

Görsel 1.6: Elma ağacında aşılama

Eşeyli üreme, daha sonra ayrıntılı olarak ele alacağımız gibi genetik çeşitliliği sağlar. Bu durumun canlının değişen ortam koşullarına adaptasyonunu sağladığı için avantajlı olduğuna değinmiştik. Eşeyli üreme ile oluşan yavru bireyler genetik olarak ebeveynlerinden farklı özellikler taşıyabilir. Örneğin büyük meyveli ve soğuğa dayanıklı bir erik ağacını tohumundan ürettiğimizi düşünelim. Tohumun çimlenmesi, gelişerek fideye dönüşmesi ve istenilen miktarda meyve vermesi uzun bir zaman alacaktır. Ayrıca sonuçta gelişen ağaç, genetik özelliklerini iki farklı ağaçtan aldığı için soğuğa dayanıklılık ve büyük meyve verme özelliklerine sahip olmayabilir. Bu örnekte görüldüğü gibi bazı bitkilerin üstün özelliklerini tohumla üreterek korumak mümkün değildir. Meyve çeşitleri, genellikle çelikle vejetatif olarak üretilir.

Birçok soğanlı süs bitkisi, çok az sayıda veya çimlenme yeteneği düşük olan tohumlar oluşturur. Nergis, lale, sümbül ve süsen gibi soğanlı bitkilerin ticareti ile uğraşanlar, ana bitkinin aynısını sağlamak ve bol miktarda üretim için soğanla üretim tekniklerini uygularlar.

Eşeysiz üremenin genetik çeşitliliğe yol açmaması ve hızlı olması tarımsal üretimde büyük fayda sağlar. Islah edilmiş sebze, meyve ve tahıl çeşitleri eşeysiz çoğaltılarak istenilen özelliklerin korunması sağlanır. Örneğin deveci armudu ve Görsel 1.7'de verilen Amasya elması gibi çeşitler yıllardır eşeysiz üretilerek günümüze kadar özelliklerini kaybetmeden getirilmiştir.

Görsel 1.7: Amasya elması

Eşeysiz üremenin bir diğer faydası da tohumla üremeden daha hızlı bir gelişme sağlamasıdır. Ayrıca aşılama gibi yöntemlerle istenilen özelliklerin aynı bitkide birleştirilmesi de mümkündür.

Bazı bitkilerin üretiminde ise eşeysiz yolları tercih etmek bir zorunluluktur. Örneğin muz, bazı portakal çeşitleri ve çekirdeksiz üzüm gibi bitkilerde tohumlar olgunlaşmaz. Bunlar sadece eşeysiz olarak çoğaltılabilir. Tohumla üretim, bazı bitkilerde de uzun sürdüğü ya da çimlenme güçlüğü gibi nedenlerle tercih edilmez.

Tarımsal araştırmalar ülkemizde araştırma enstitülerinde, üniversitelerin ziraat fakültelerinde ve özel sektöre ait araştırma laboratuvarlarında sürdürülmektedir. Aşağıdaki etkinlikte bu gibi yerlerden birine bir ziyaret gerçekleştirerek konu uzmanlarından bilgi alma şansı bulacaksınız.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 1.3

UZMANINA SORALIM

Amaç: eşeysiz üreme tekniklerinin uygulama alanlarını araştırmak

Araç ve gereçler: not defteri, kalem, silgi, varsa ses kayıt cihazı

Uyarı: Ses kayıt cihazı kullanmak için önceden izin isteyiniz.

UYGULAYALIM

1. Öğretmeninizin rehberliğinde sınıfınızda dört grup oluşturunuz. Grup içinde iş bölümü yapınız. Grup içinde sorumluluğunuzu yerine getiriniz ve grup arkadaşlarınızla yardımlaşınız.
2. Grup olarak yaşadığınız bölgede bulunan il veya ilçe tarım müdürlükleri, araştırma enstitüleri, ziraat fakülteleri ya da süs bitkileri, meyve, sebze vb. yetiştiren işletmelerden birini seçerek buraya bir ziyaret planlayınız.
3. Görüşme saatini ve gününü belirleyiniz. İlgili kurumdan randevu alınız. Vejetatif üreme tekniklerinin uygulama alanları konusunda uzman bir kişi ile görüşme yapmak için izin isteyiniz.
4. Görüşme sırasında soracağınız soruları hazırlayınız. Vejetatif üreme tekniklerinin uygulama alanları ile ilgili kendi merak ettiğiniz soruları da defterinize not etmeyi unutmayınız.
5. Görüşme saatinde belirlediğiniz yerde olunuz. Görüşmeye giderken yanınıza not defteri, kalem, silgi ve varsa ses kayıt cihazı alınız. Görüşme sırasında aldığınız yanıtları defterinize not ediniz ya da ses kayıt cihazı ile kaydediniz.

SONUCA VARALIM

1. Eşeysiz üreme tekniklerinin bahçecilik ve diğer tarım sektörlerindeki uygulamalarına örnekler veriniz.
2. Etkinliğinizde edindiğiniz bilgiler doğrultusunda, tarımsal üretimde eşeysiz üremenin kullanılma nedenlerinin neler olabileceğini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız.

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

1. Hücre bölünmesinin üreme, büyüme ve gelişme ile ilişkisini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

2. Kanser tedavisinde kullanılan bazı ilaçlar iğ ipliklerinin oluşumunu ya da DNA sentezini engelleyerek iş görür. Bunun nedenini, kanser ve hücre döngüsü arasındaki ilişki hakkında bilgilerinizi kullanarak açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

3. Aşağıdaki canlılarda görülen eşeysiz üreme çeşitlerini yanlarındaki boşluklara yazınız.

Bakteri	.....	Çilek	.....
Hidra	.....	Yer elması	.....
Amip	.....	Denizyıldızı	.....
Eğrelti otu	.....	Lale	.....

4. Mikroskopta incelediğiniz bir hayvan hücresinde mitozun metafaz evresinde 64 kromatit bulunduğunu gözlemliyorsunuz. Bu hücrenin başlangıçtaki kromozom sayısı ve bölünme sonucu oluşan yavru hücrelerin kromozom sayısı sırasıyla kaçtır?

.....
.....
.....
.....

5. Bitki ve hayvan hücrelerinde hücre bölünmesi sırasında görülen farklılıkları sıralayınız.

.....
.....
.....
.....

6. Tohumla üretimi zor ve zaman alıcı olan bir bitkinin vejetatif olarak çoğaltılabileceği yollar öneriniz. Bunlara günlük yaşamınızda karşılaştığınız bitkilerden örnekler veriniz.

.....
.....
.....
.....

B. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"deki numaralandırılmış kutucuklarda canlılarda hücre döngüsü sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.

Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını defterinize yazınız.

1 İğ iplikleri oluşmaya başlar.	2 Çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur.	3 DNA miktarı iki katına çıkar.
4 Kardeş kromatitler ayrılır.	5 Kromozomlar iğ ipliklerine tutunarak ekvatoral düzlemde dizilir.	6 Kromatin iplik kromozomlara dönüşür.
7 Mitokondri organelleri kendini eşler.	8 Hücre zarı boğumlanmaya başlar.	9 Hücrenin hacmi artar.
10 Hücre plağı meydana gelir.	11 Sentriyoller kendini eşler.	12 Ribozom organelinin sayısı artar.

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri interfaz evresinde gerçekleşir? .....
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri profaz evresinde gerçekleşir? .....
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri metafaz evresinde gerçekleşir? .....
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri anafaz evresinde gerçekleşir? .....
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri telofaz evresinde gerçekleşir? .....

C. Aşağıdaki görselde, asetoorsein ile boyanmış soğan kök hücrelerinin 400 X büyütmede mikroskop altındaki görünümü verilmiştir.

Numaralandırılmış hücrelerin hücre bölünmesinin hangi evresinde olduğunu resmin altındaki noktalı yerlere yazınız.

1 ..... 2 ..... 3 ..... 4 .....

2. BÖLÜM

ÖĞRENECEĞİNİZ KAVRAMLAR / TERİMLER

- Haploit
- Krossing over
- Diploit
- Sinapsis
- Mayoz
- Tetrat
- Döllenme
- Eşeyli üreme

1.2. MAYOZ VE EŞEYLİ ÜREME

Ünitemizin 1. bölümünde mitoz bölünme sonucunda ana hücrenin kromozom sayısının değişmediğini ve birbirinin genetik kopyası olan iki yavru hücrenin meydana geldiğini öğrendik. Canlılarda üreme olaylarında rol alan bir bölünme çeşidi daha vardır. Mayoz adı verilen bu bölünme, döllenme ile birlikte canlılardaki çeşitliliğin nedenlerindendir. Bu bölümde mayoz ve eşeyli üremeyi öğrenecek, canlılar için bu olayların önemini kavrayacaksınız.

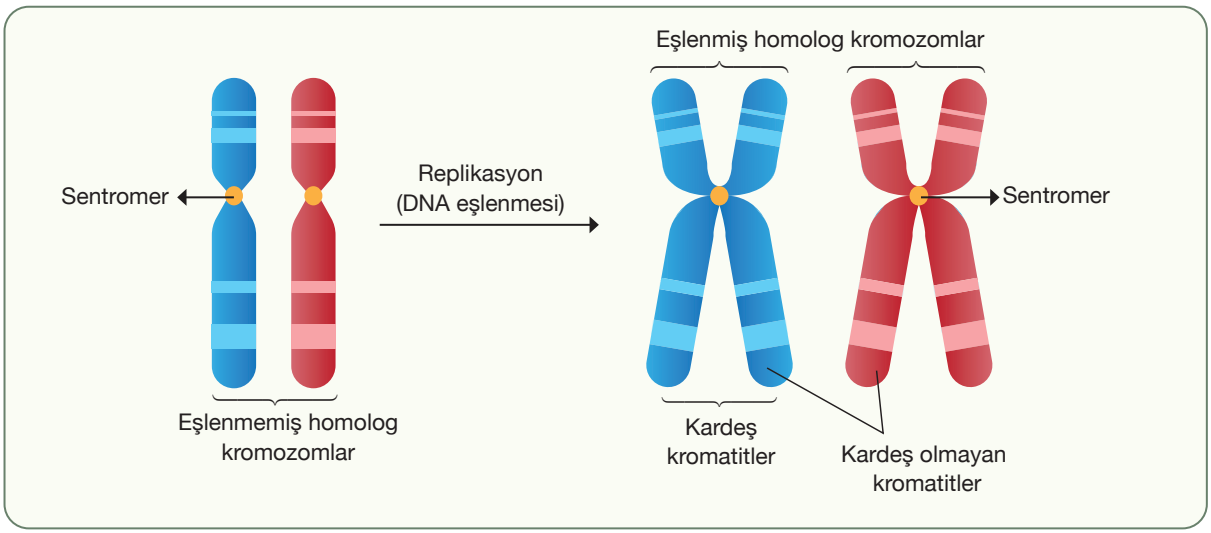
Düşün Bul

Anne ve babadan gelen üreme hücrelerinin birleşmesiyle oluşan yeni bireyin hücrelerinde kromozom sayısının sabit kalması nasıl sağlanır?

1.2.1. Mayozun Önemi ve Evreleri

Döllenme sırasında annenin yumurta hücresinin çekirdeği (n) ile babanın sperm hücresinin çekirdeği (n) kaynaşır ve zigot (2n) meydana gelir. İşte bu nedenle eşeyli üreyen canlılarda kromozomlar çiftler hâlindedir. Biri anneden, diğeri babadan gelen, şekil ve yapı yönünden benzer olan, aynı karaktere etki eden genleri taşıyan kromozomlara **homolog kromozomlar** denir.

Şekil 1.25'te kromatitler ve homolog kromozomlar eşlenmemiş ve eşlenmiş durumlarda gösterilmektedir.



Şekil 1.25: Kromatitler ve homolog kromozomlar

Bildiğiniz gibi hücre bölünmesi öncesinde replikasyon (DNA eşlenmesi) meydana gelir. Eşlenmemiş homolog kromozomlar DNA eşlenmesi ile ikişer kromatitli hâle gelir (kardeş kromatitler).

Ökaryot hücreler türe özgü, belirli sayıda kromozom içerir. Tablo 1.1'de farklı canlılarda kromozom sayıları örnek olarak gösterilmiştir.

Vücut hücreleri, kromozom çiftlerini bir arada bulunduran hücrelerdir ve **diploit** olarak adlandırılır. Bunların kromozom sayıları **2n** olarak ifade edilir.

İnsan vücudunda **üreme (eşey) hücreleri** ya da **gamet** adı verilen hücreler, vücut hücrelerinin yarısı kadar kromozom içerir. Gametler erkeklerde **sperm**, dişilerde ise **yumurta**dır. Bunlar **haploit** olarak adlandırılır ve bunların kromozom sayıları **n** olarak ifade edilir.

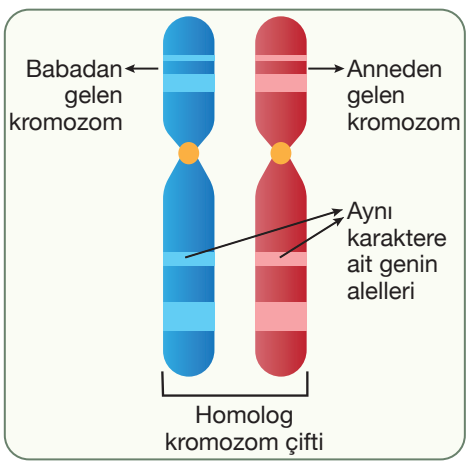
Tablo 1.1'de görüldüğü gibi canlıların kromozom sayıları birbirinden farklı olabilir. Canlının gelişmişlik düzeyiyle kromozom sayısı arasında bir ilişki bulunmadığına ve farklı türden canlıların kromozom sayılarının aynı olabileceğine dikkat ediniz. Örneğin insanda ve moli balığında 46, evcil köpekte 78 kromozom vardır.

Canlı Türü	Vücut Hücrelerindeki Kromozom Sayısı (2n)	Eşey Hücrelerindeki Kromozom Sayısı (n)
Sirke sineği	8	4
Bezelye	14	7
Elma	34	17
İnsan	46	23
Moli balığı	46	23
Şempanze	48	24
Evcil tavuk	78	39
Evcil köpek	78	39

Tablo 1.1: Çeşitli canlıların diploit ve haploit hücrelerinde kromozom sayıları

Şekil 1.26'da görüldüğü gibi homolog kromozomların karşılıklı bölgelerinde aynı karakterle ilgili genler bulunur.

Homolog kromozomlar, aynı karakterle ilgili genin alellerini taşısa da birbirinin kopyası değildir. Örneğin annenizden deri ve kılların beyaz renkli olmasına yol açan albinoluk geni aldığınızı varsayalım. Babanızdan ise normal ten rengine sahip olmayı sağlayan geni almış olun. Bu iki gen birbirinden farklıdır. Ancak bunlar, bir homolog kromozom çiftinin karşılıklı bölgelerinde yer alır. Bu iki gen sizin hücrelerinizdeki kromozomlarda bir arada bulunur ve albino olup olmama durumunuzu belirler. Bu özelliklerin nasıl aktarıldığını ve nasıl ortaya çıktığını kitabımızın 2. ünitesinde ayrıntılı olarak ele alacağız.



Şekil 1.26: Bir homolog kromozom çifti ve bunların üzerinde bulunan bazı genler

UNUTMAYALIM

İnsanda, erkek bireylerde bir çift kromozom birbirinin tam olarak homoloğu değildir. Farklı gen içeren bölgelere sahip bu kromozomlar X ve Y olarak gösterilir (2n = 44 + XY). Dişilerde ise bu kromozomlar diğer kromozomlar gibi homologtur ve her ikisi de X ile ifade edilir (2n = 44 + XX).

X ve Y kromozomları bireyin dişi ya da erkek oluşunu belirlediğinden bunlara **eşey kromozomları** ya da **gonozomlar** denir. Diğer 44 kromozom ise **vücut kromozomları** ya da **otozomlar** adını alır. Zigottan itibaren meydana gelen mitoz bölünmeler sonucu vücut hücrelerimizin diploit kromozom sayısı korunur.

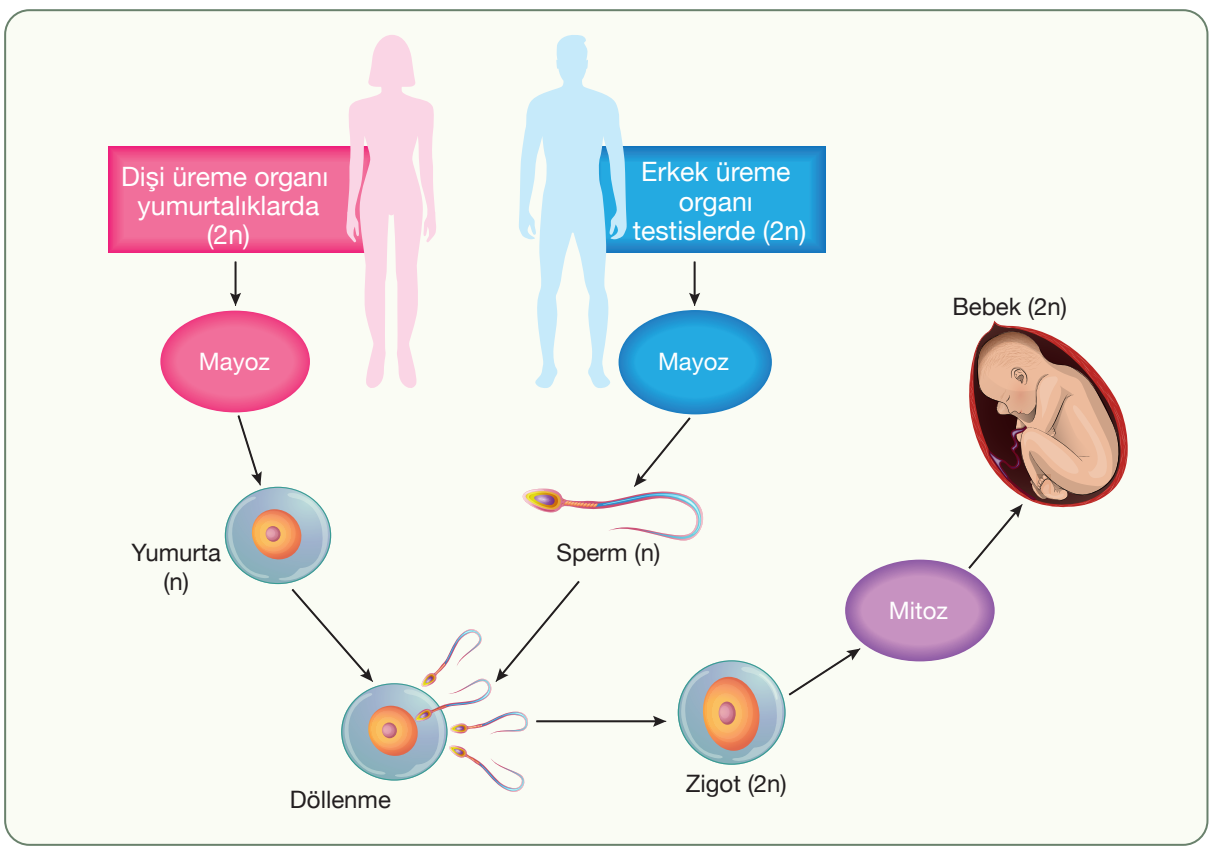
Mitoz sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapıları değişmediği gibi sayıları da değişmez. Mitoz sonucunda 2n kromozomlu bir hücreden 2n, n kromozomlu bir hücreden n sayıda kromozom içeren hücreler oluşur. Eğer gametler de vücut hücreleri gibi mitozla oluşsaydı ve 46 kromozom içerseydi zigotun kromozom sayısı 92 olurdu. Sonraki kuşakların her birinde bu sayı ikiye katlanarak artmaz mıydı? Bu durumda eşeyli üreyen bir türün kromozom sayısının sabit kalmasından söz edilebilir miydi?

Elbette eşeyli üreme sonucu böyle bir durum ortaya çıkmaz. İnsanda gametlerin kromozom sayısı haploittir ve her homolog kromozom çiftinden birer adet içerir. Bunu sağlayan, eşey organlarında (testis ve yumurtalıklar) üreme ana hücrelerinden gametlerin farklı bir bölünme ile oluşmasıdır. Kromozom sayısını yarıya indiren, kromozomlardaki gen dizilimini değiştirerek birbirinden farklı dört hücre meydana getiren hücre bölünmesi **mayoz** adını alır.

Mayoz bölünme ile oluşan gametlerin kromozom sayısı ana hücrenin yarısı kadardır. Döllenmeyle birlikte zigotta homolog kromozom çiftleri bir araya gelir ve türe özgü kromozom sayısı korunmuş olur. O hâlde mayoz ve döllenme olayları türün kromozom sayısının nesilden nesile korunmasını birlikte sağlar.

Eşeyli üreyen bir canlı türünün yaşam döngüsünde organizmanın kromozom sayısı mitozla türün kromozom sayısı ise mayoz ve döllenme ile korunur.

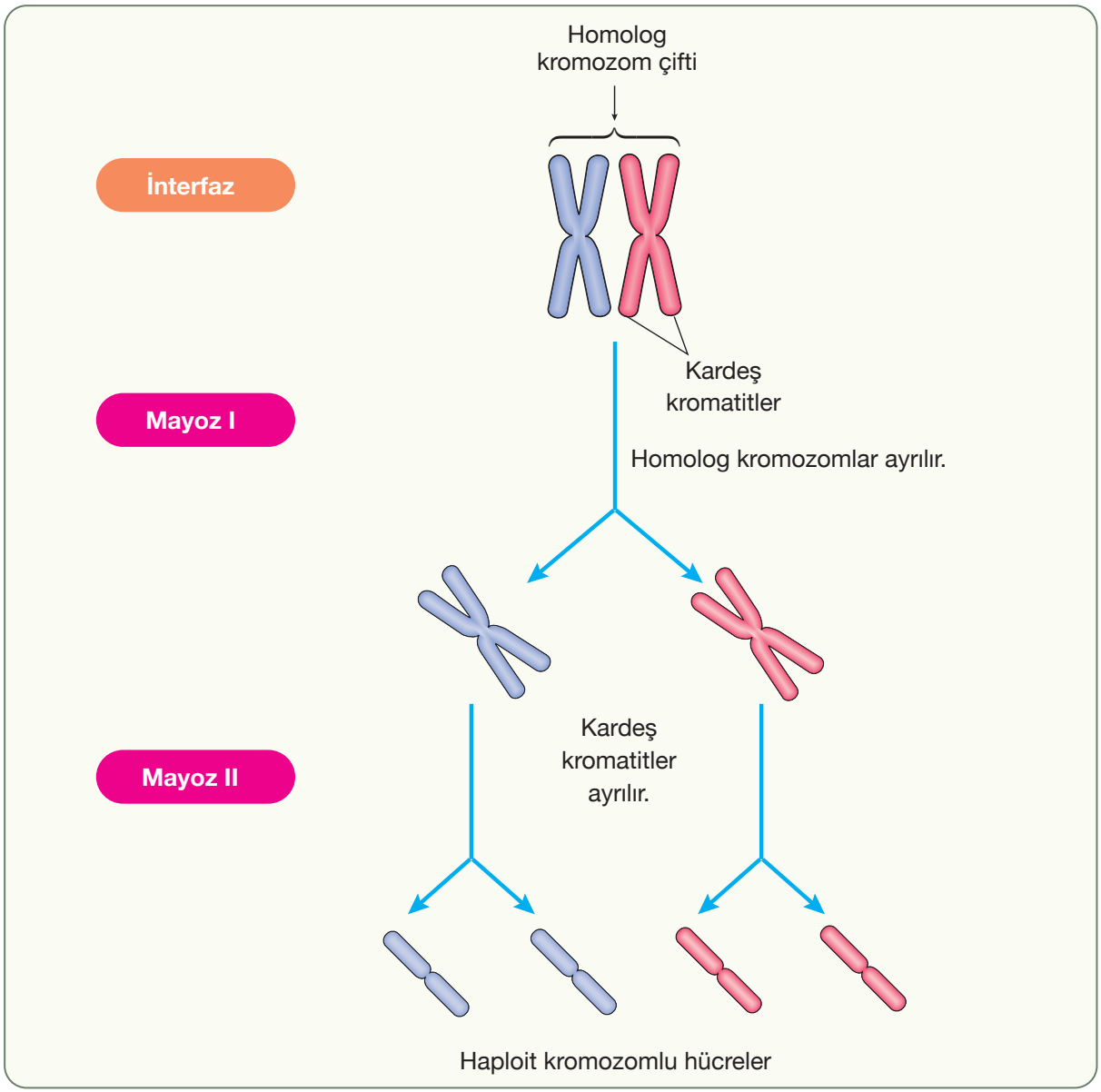
Şekil 1.27'de insanda üreme döngüsü şematik biçimde gösterilmiştir. Mitoz ve mayoz bölünmenin önemini bu şekil üzerinde açıklayarak sınıf arkadaşlarımızla tartışalım.



Şekil 1.27: İnsanda üreme döngüsü

Mayoz bölünme birbirini takip eden mayoz I ve mayoz II olmak üzere iki evreden oluşur. Mayoz sonucunda dört hücre meydana gelir, bu hücrelerin her biri ana hücrenin yarısı kadar kromozoma sahiptir.

Mayozun şematik gösterimini Şekil 1.28 üzerinde inceleyelim.



Şekil 1.28: Mayoz bölünme ile diploit kromozom sayısı haploit hâle gelir.

Üreme ana hücresi mayoz bölünmeye başlamadan önce interfaz adı verilen bir hazırlık evresi geçirir. **İnterfaz**da hücre büyümesi gerçekleşir, protein gibi temel moleküller sentezlenir, hücre hacmi artar. Ayrıca bu evrede interfazın tamamı gerçekleşmez, DNA eşlenmesi olmaz.

Mayoz I'de ve **mayoz II**'de profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evreleri görülür. Mayoz II'den önce DNA eşlenmesi olmaz.

Kitabınızın devamında mayoz bölünmenin her bir evresinde gerçekleşen olaylar açıklanmıştır. Bu evrelerde meydana gelen olayları okuyalım ve ilgili şekilleri inceleyelim. Mitoz bölünme ile mayoz bölünme arasındaki farklılıkların neler olduğunu sınıf arkadaşlarımızla tartışarak belirleyelim.

A. İnterfaz

Bu evrede, tıpkı mitozdaki gibi DNA replikasyonu gerçekleşir. Hâlâ ince uzun iplikler hâlinde olan kromozomlar, DNA sentezi ile iki kromatitli hâle gelmiştir. Bu evrede sentriyoller eşlenir. RNA, protein ve organel sentezi devam eder. Hücre büyüklüğü artar.

B. Mayoz I

Diploit ana hücreden haploit iki yavru hücre meydana gelir. Oluşan iki hücre birbirinden ve ana hücreden farklıdır. Mayoz I, birbirini izleyen dört evrede tamamlanır.

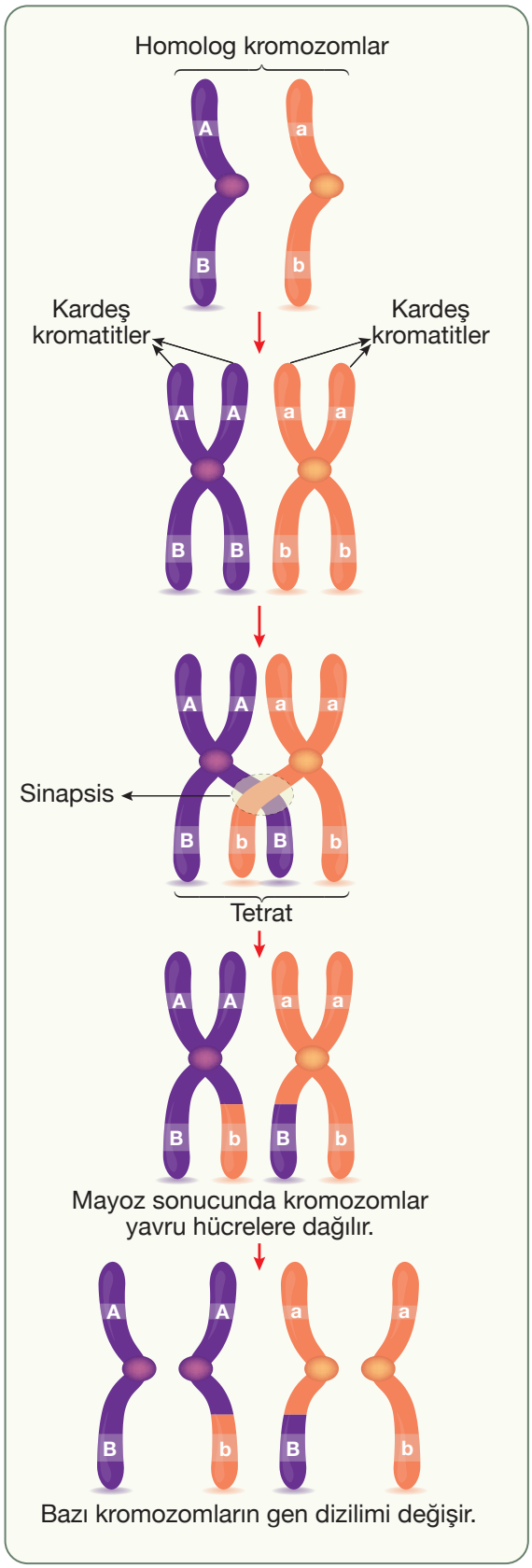
Profaz I: Mayoz bölünmenin en karmaşık ve bir o kadar da önemli evresidir. Bu evre, diğer evrelere göre daha uzun sürer. Kromozomlar yoğunlaşarak belirginleşir. Eşlenmiş olan homolog kromozomlar bu evrede karşılıklı gelerek çiftler oluşturur. Her bir homolog kromozom çifti dört adet kromatitten oluşur. Bu dörtlü yapıya **tetrat** adı verilir.

Bu noktada mayozdaki en önemli iki olaydan ilki meydana gelir (Diğer önemli olayı anafaz I evresinde göreceğiz.). Homolog kromozomların karşılıklı kolları birbirleriyle sarmal oluşturur. Bu olaya **sinapsis** denir.

Şekil 1.29'da sinapsisin hangi kromatitler arasında meydana geldiğine dikkat ediniz. Bunlar kardeş olmayan kromatitlerdir. Kardeş olmayan kromatitlerin değme noktalarında gen alışverişi olur. Bu olaya **krossing over** (krosing ovır) adı verilir. Bu olay homolog kromozomların birbiri üzerine çakışan ve **kiyazma** adı verilen kısmında gerçekleşir. Rekombinasyon ya da parça değişimi de denilen bu olay ile yeni gen kombinasyonlarının ortaya çıkması sağlanır.

Krossing over olayından sonra bir kromozom kolundaki DNA artık köken aldığı ebeveyninkinden (anne ya da baba) farklı bir dizilime sahiptir. Mayoz I'in profaz I evresinde görülen krossing over olayı, aynı türe ait bireyler arasındaki çeşitliliğin en önemli sebeplerinden biridir.

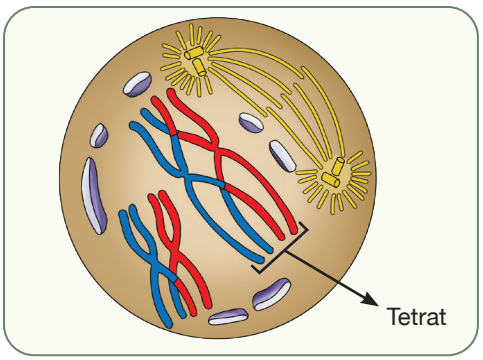
Profaz I'de mitozdakine benzer şekilde çekirdek zarı ve çekirdekçik eriyerek kaybolur. Sentriyoller birbirlerinden uzaklaşmaya ve sentriyollerin aralarında iğ iplikleri oluşmaya başlar.



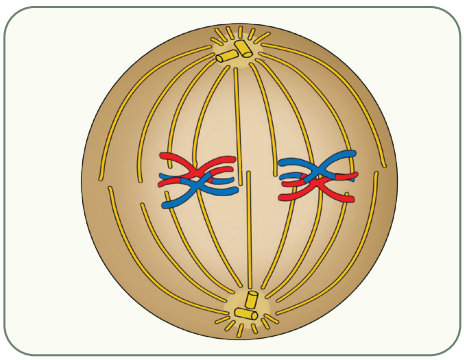
Şekil 1.29: Krossing over sonucunda rekombinant kromozomlar meydana gelir.

Metafaz I: Homolog kromozomlar tetratlar hâlinde iğ ipliklerine tutunarak hücrenin orta hattı boyunca dizilir. Mitozdan farklı olarak bir kromozom bir kutuptan gelen iğ ipliğine, bu kromozomun homoloğu diğer kutuptan gelen iğ ipliğine tutunur.

Profaz I ve metafaz I evrelerinde hücrenin görünümleri sırasıyla Şekil 1.30 ve Şekil 1.31'de verilmiştir.

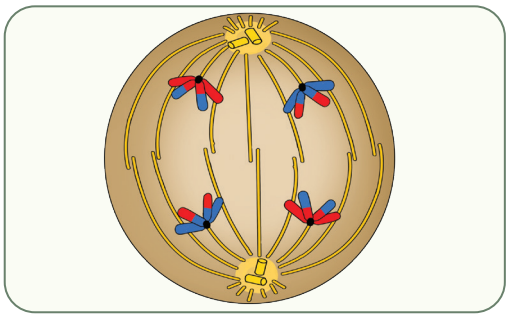


Şekil 1.30: Profaz I



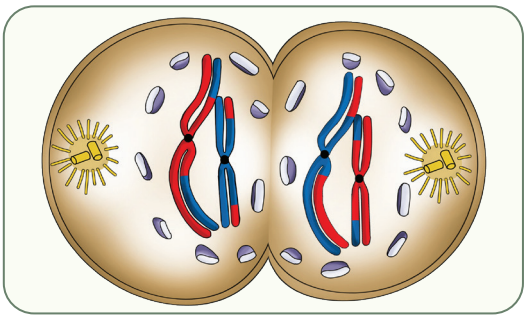
Şekil 1.31: Metafaz I

Anafaz I: İğ ipliklerinin kasılması ile homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak zıt kutuplara doğru hareket eder. Homolog kromozomların ayrılması, mayoz sonunda kromozom sayısının yarıya inmesine neden olur. Anafaz I'de homolog kromozomların birbirinden rastgele ayrılması kalıtsal çeşitliliği artırır. Şekil 1.32'de anafaz I evresinde hücrenin görünümü ve krossing over sonucu oluşan yeni genetik kombinasyona sahip kromozomlar görülmektedir.

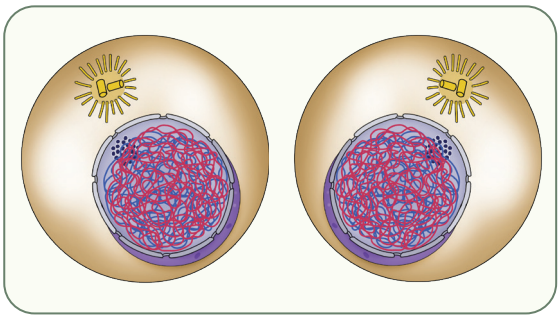


Şekil 1.32: Anafaz I

Telofaz I ve sitokinez I: Homolog kromozom çiftlerinden her biri zıt kutuplara kadar hareketine devam eder. Kromozomların hareketi tamamlandığında her bir kutupta homolog kromozom çiftlerinden yalnız biri vardır. Çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar oluşur. Hayvan hücresinde boğumlanma, bitki hücresinde ise ara lamel oluşumu ile sitoplazma bölünmesi gerçekleşir. Şekil 1.33'te telofaz I, Şekil 1.34'te ise sitokinez I sonucu oluşan hücreler görülmektedir.



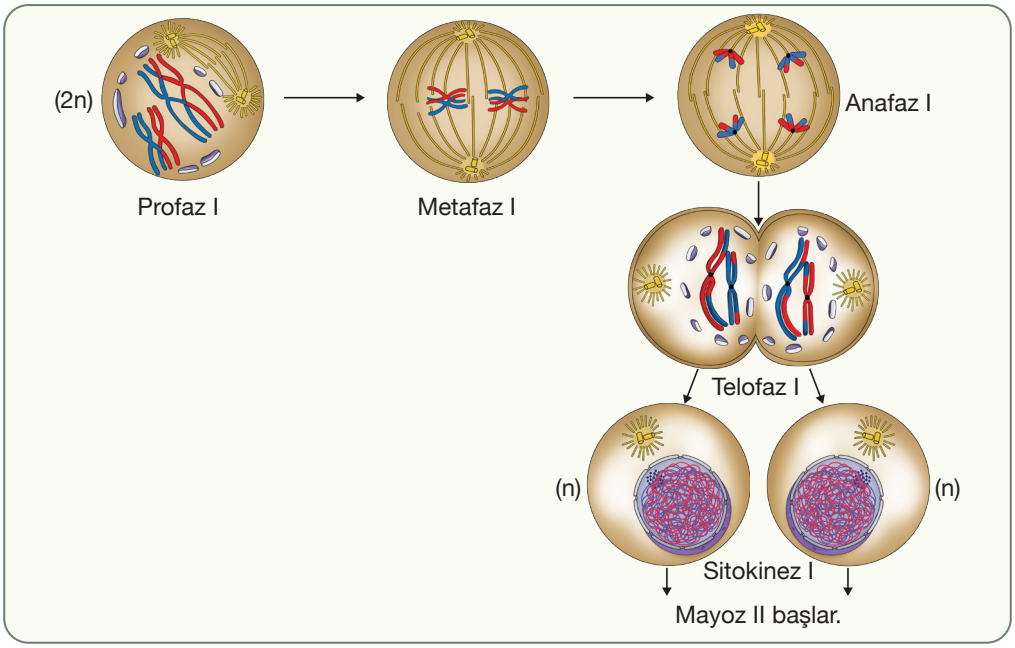
Şekil 1.33: Telofaz I



Şekil 1.34: Sitokinez I sonucu oluşan hücreler

Mayoz I tamamlandıktan sonra kromozom sayısı yarıya inmiş iki hücre oluşur. Kromatitlerin ayrılmasını sağlayan ikinci bir bölünme daha gerçekleşir. Bu bölünmeden önce DNA replikasyonu gerçekleşmez. Hayvan hücrelerinde sentriyoller kendisini eşler.

Kitabınızın 44. sayfasında Şekil 1.35'te Mayoz I evrelerinde gerçekleşen olaylar bir arada verilmiştir.



Şekil 1.35: Mayoz I evreleri

C. Mayoz II

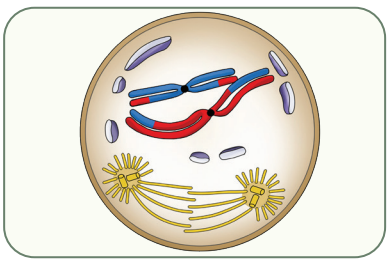
Mayoz I evresini tamamlayan hücreler mayoz II'de tekrar bölünür. Bu evrede, kardeş kromatitlerin ayrılması gerçekleştiğinden kromozom sayısı değişmez. DNA miktarı yarıya iner. Böylece haploit dört hücre oluşur. Mayoz II, birbirini izleyen dört evrede tamamlanır.

Profaz II: Bu evrede çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur. İğ iplikleri oluşur. Kromozomlar hücrenin orta düzlemine doğru hareket eder.

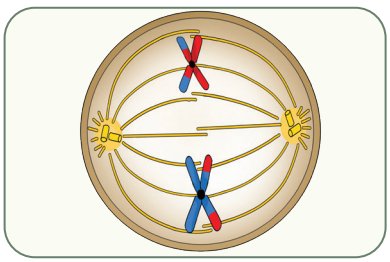
Metafaz II: Kromozomlar iğ ipliklerine tutunarak hücrenin orta düzleminde dizilir. Mitozda olduğu gibi bu evrede de kromozomlar, kardeş kromatitleri zıt kutuplara yönlenecek şekilde konumlanmıştır.

Anafaz II: Kardeş kromatitler sentromerlerinden ayrılır ve kutuplara doğru hareket eder.

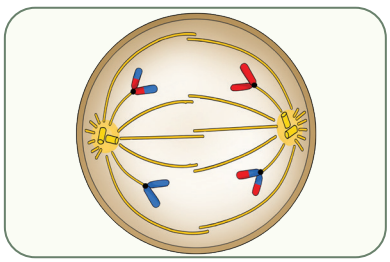
Şekil 1.36'da profaz II, Şekil 1.37'de metafaz II ve Şekil 1.38'de anafaz II görülmektedir.



Şekil 1.36: Profaz II

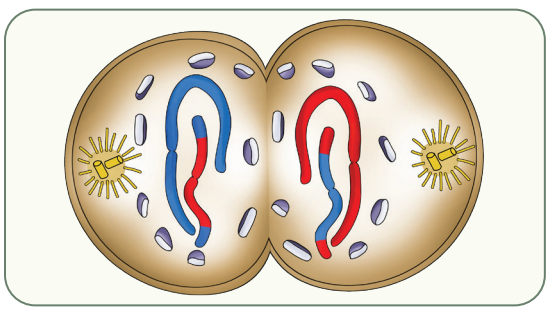


Şekil 1.37: Metafaz II

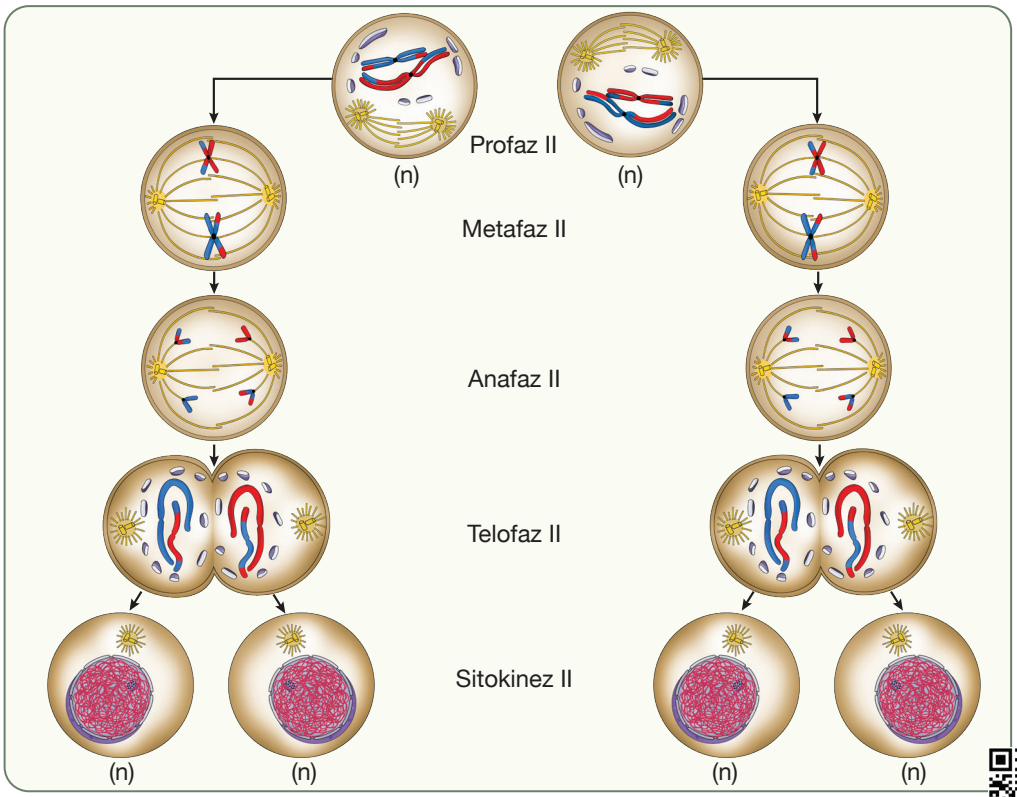


Şekil 1.38: Anafaz II

Telofaz II ve sitokinez II: Hücrenin zıt kutuplarına giden kromatitler artık bağımsız birer kromozomdur. Çekirdek zarı yeniden oluşur. İğ iplikleri kaybolur. Çekirdekçik tekrar oluşur. Şekil 1.39'da telofaz II görülmektedir. Telofaz II'yle eş zamanlı olarak sitokinez II başlar. Böylece mayoz II sonunda n kromozomlu toplamda 4 hücre oluşur. Mayoz II evreleri kitabınızın 45. sayfasında Şekil 1.40'ta bir arada verilmiştir.



Şekil 1.39: Telofaz II



Şekil 1.40: Mayoz II evreleri

Mitoz ve mayoz arasındaki farklar Tablo 1.2'de özetlenmiştir.

MİTOZ BÖLÜNME	MAYOZ BÖLÜNME
• Bazı çok hücreli canlılarda eşeysiz üremeyi sağlar.	• Döllenme olayı ile birlikte eşeyli üremeyi sağlar.
• Genellikle tetrat oluşumu, sinapsis ve krossing over olayları gözlenmez.	• Profaz I evresinde tetrat oluşumu, sinapsis görülür. Krossing over gerçekleşebilir.
• Bölünme sayısı birdir. Profaz, metafaz, anafaz ve telofaz birer kez gerçekleşir.	• Arka arkaya iki bölünme vardır. Profaz, metafaz, anafaz ve telofaz ikişer kez gerçekleşir.
• Anafaz evresinde kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.	• Anafaz I'de homolog kromozomlar, anafaz II'de kardeş kromatitler birbirinden ayrılır.
• Sitoplazma ve çekirdek bir kez bölünür.	• Sitoplazma ve çekirdek iki kez bölünür.
• Bölünme sonucu birbirinin ve ana hücrenin genetik kopyası olan iki yavru hücre oluşur.	• Bölünme sonucu birbirinden ve ana hücreden farklı dört hücre oluşur.
• Oluşan yavru hücrelerin kromozom sayısı ve DNA miktarı ana hücre ile aynıdır (Mutasyonlar hariç).	• Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ve DNA miktarı ana hücrenin yarısı kadardır.
• n, 2n, 3n gibi farklı kromozom sayılı hücrelerde görülebilir.	• Sadece 2n kromozomlu üreme ana hücrelerinde görülür.
• Büyüme, gelişme, doku onarımını sağlar.	• Üreme hücrelerini oluşturur.
• Hücrenin kromozom sayısı ve yapısı korunur. Mitozda çeşitlilik gözlenmez. (Mutasyonlar hariç).	• Kromozom sayısı yarıya indirilerek türe özgü kromozom sayısı korunur. Mayozda kalıtsal çeşitlilik sağlanır.

Tablo 1.2. Mitoz ve mayoz arasındaki farklar

Buraya kadar mayozun evrelerini şekiller üzerinde incelediniz. Mitoz ve mayozu karşılaştırdınız. Şimdi mayozu açıklayan bir elektronik sunu hazırlayarak paylaşacaksınız.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 1.4

MAYOZUN EVRELERİ

Amaç: mayozu açıklayan bir elektronik sunu (animasyon, video vb.) hazırlamak ve bu sunuyu paylaşmak

Araç ve gereçler: genel ağ erişimli bilgisayar

UYGULAYALIM

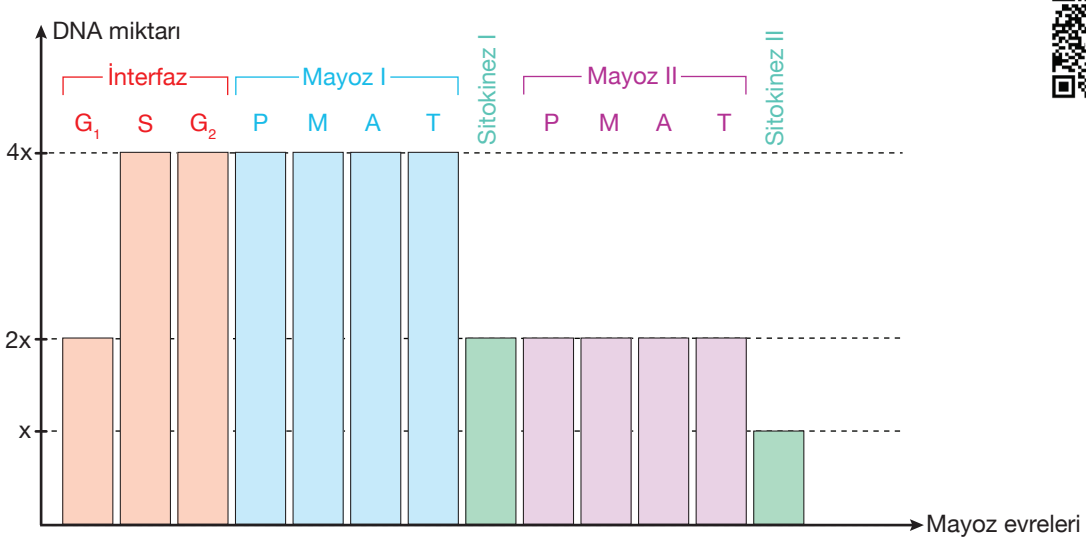
1. Öğretmeninizin rehberliğinde ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Grup arkadaşınızla iş birliği yapınız.
3. Mayozu açıklayan animasyon ya da video hazırlayarak sınıfınızda sununuz.
4. Animasyon hazırlamak için mitozun evrelerine ait çizimleri kullanabilir ya da bulacağınız görseller üzerinde mitozun evrelerini anlatarak bir video filmi çekebilirsiniz.
5. Grup içinde sorumluluğunuzu yerine getiriniz. Sunumunuzu öğretmeninizle kararlaştırdığınız tarihte yapınız.
6. Kendi sunumunuz sırasında karşılaşmak istediğiniz davranışları dikkate alarak diğer grupların sunularını dinleyiniz ve gruplara yapıcı eleştirilerde bulununuz.

1.3 ÖRNEK

Bir üreme ana hücresinde interfaz ve mayoz süresince DNA miktarının değişimi nasıldır?

1.3 ÇÖZÜM

İnterfazda DNA miktarı 2 katına çıkar. Mayoz I'de DNA miktarı sitokinez I sonunda yarıya iner. Mayoz II öncesinde DNA eşlenmesi görülmediğinden sitokinez II'den sonra DNA miktarı başlangıçtakinin yarısı kadardır. Bu değişim aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



1.4 ÖRNEK

2n = 64 kromozoma sahip üreme ana hücresi üst üste iki mitoz, bir mayoz geçirmektedir.

1. **Bölünmeler sonucu oluşacak toplam hücre sayısı ve bu hücrelerin kromozom sayısı kaçtır?**
2. **Mayozun profaz I evresinde oluşan tetrat sayısı kaçtır?**

1.4 ÇÖZÜM

Bir hücre iki mitoz geçirirse $2^2 = 4$ hücre meydana gelir. Mitoz sonunda oluşan hücre sayısı 4 olur.

1. Oluşan bu hücrelerin her biri mayoz geçirirse bir hücreden 4 hücre oluşacağından 4 x 4 = 16 hücre oluşur. Mitozla kromozom sayısı değişmez, mayozda yarıya iner. İlk hücre 64 kromozomlu olduğundan mayoz sonunda oluşan hücrelerin kromozom sayısı n = 32 olur.
2. Profaz I'de iki kromozom bir tetrat oluşturduğundan tetrat sayısı, aynı hücrenin haploit durumundaki kromozom sayısına eşittir. Bu evrede tetrat sayısı da 32'dir.

1.2.2. Eşeyli Üreme

Bir hücreli canlıların, bazı bitkilerin ve bazı basit organizasyonlu hayvanların eşeysiz olarak üreyebildiğini biliyorsunuz. Eşeysiz üreme, bireyin üremek için başka bir bireye gereksinim duymaması ve bütün genlerini yavruya aktarabilmesi açısından avantajlıdır. Ayrıca bildiğiniz gibi eşeysiz üremeyle canlılar hızlı bir şekilde sayılarını artırabilir. Peki, bütün canlılar eşeysiz üreseydi ne olurdu? Eşeyli üremenin gelişmiş organizasyonlu canlılar başta olmak üzere doğadaki pek çok canlıda görülmesi hangi özelliklerine bağlıdır?

Aşağıdaki etkinlikte eşeyli üremede geçen temel olaylar sırasında kromozom sayısının değişimini bir grafik üzerinde göstereceksiniz.

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

ETKİNLİK 1.5

EŞEYLİ ÜREME

Amaç: eşeyli üremede gerçekleşen temel olayları kavramak

Araç ve gereçler: kalem, defter

UYGULAYALIM

1. Aşağıda, eşeyli üreyen bir canlıda meydana gelen olaylar sırasıyla verilmiştir. Bu olayların gerçekleştiği hücrenin kromozom sayısındaki değişimi defterinize çizeceğiniz grafik üzerinde gösteriniz.
   I. Kromozom sayısı 2n = 32 olan bir hücre, bir mitoz bölünme geçiriyor.
   II. Oluşan hücrelerden biri, bir mayoz geçiriyor.
   III. Mayoz bölünme sonucu oluşan hücre, aynı türe ait bir üreme hücresi ile birleşiyor.
   IV. Döllenme ile oluşan hücre bir mitoz geçiriyor.

SONUCA VARALIM

1. Eşeyli üremede gerçekleşen temel olaylar nelerdir?
2. Eşeyli üreyen canlıların kromozom sayısının korunmasında mayozun ve döllenmenin rolünü açıklayınız.

Eşeyli üreme, aynı türden iki farklı cinsiyetteki (erkek ve dişi) organizmanın üreme hücrelerinin döllenmesi ile yeni bir canlının meydana geldiği üreme şeklidir. Eşeyli üreme iki temel olaya dayanır. Bunlar, mayoz ve döllenmedir.

Eşeyli üremenin çeşitleri, bitki ve hayvanlarda görülen eşeyli üreme mekanizmaları hakkında bilgi toplayınız. Topladığınız bilgileri bir sunum hâline getirerek sözlü bir sunum hâlinde sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

"Eşeyli Üreme" isimli etkinliğinizde grafik üzerinde gösterdiğiniz gibi mayoz ile kromozom sayısı yarıya inerken döllenme ile türe özgü sayıya tekrar ulaşılır. Böylece mayoz ve döllenme olayları ile türlerin kromozom sayılarının nesilden nesile sabit kalması sağlanır.

Mantarlar, bitkiler ve hayvanlar âleminde ve ayrıca protista âleminin bazı üyelerinde eşeyli üreme görülür.

Canlı grubuna göre farklılıklar olmakla birlikte eşeyli üreyen organizmalarda mayoz ve döllenme ortak olarak gözlenir. Örneğin tohumlu bitkilerde üreme organı çiçektir. Çiçekte mayozla üreme hücreleri oluşturulur. Bazı çiçeklerde erkek üreme hücreleri (polenler); arı, rüzgâr, su gibi tozlayıcılarla dişi çiçeklere taşınır. Görsel 1.8'de üreme organı olan çiçek ve çiçek tozlarını taşıyan bir arı görülmektedir. Polenlerin dişi çiçeğe ulaşmasından ve döllenme olayından sonra tohum meydana gelir. Oluşan tohum yeni bir bitkinin taslağını taşır ve uygun koşullarda büyüyüp gelişerek tam bir organizmaya dönüşür.

Hayvanlar âleminde eş bulma davranışlarının ilginç örnekleri görülür. Örneğin birçok kuş türünde erkek bireyler, dişiyi bulmak ve cezbetmek için ötme ve dans etme gibi davranışlar sergiler. Görsel 1.9'da arı kuşunda erkek ve dişi bireyler görülmektedir.

Eşeyli üreyen canlılar, eşeysiz üreyen canlılarda görülmeyen birtakım uyumlara sahiptir. Örneğin eşeyli üreyen bir birey, neslini devam ettirmek için diğer eşeye de ihtiyaç duyar. Görsel 1.10'daki fil gibi memeli canlılarda eş bulma ve yavru bakımı gibi olaylar sürü içinde gerçekleşir. Eşeyli üreyen organizmalar eş bulma gibi aktiviteler için adaptasyonlara sahiptir.

Görsel 1.8: Çiçekte tozlaşmayı sağlayan arı

Görsel 1.9: Dişi ve erkek arı kuşu

Görsel 1.10: Dişi, erkek ve yavru filler

Eşeyli üremeyle birey sahip olduğu genlerin sadece yarısını yavrularına aktarabilir. Eşeysiz üreyen canlıların DNA'larında bir hata meydana geldiğinde bu, yavrularında da aynen ortaya çıkar. Oysa bildiğiniz gibi diploit canlılarda bir özellikle ilgili iki gen vardır. Eşeyli üreme, bir ebeveynden gelen biyolojik uyum açısından elverişli olmayan genlerin diğer ebeveynden gelen genle gizli kalmasına imkân tanır. Zararlı genlerin popülasyon içinde görülme olasılığını azaltabilir.

Biliyor muydunuz?

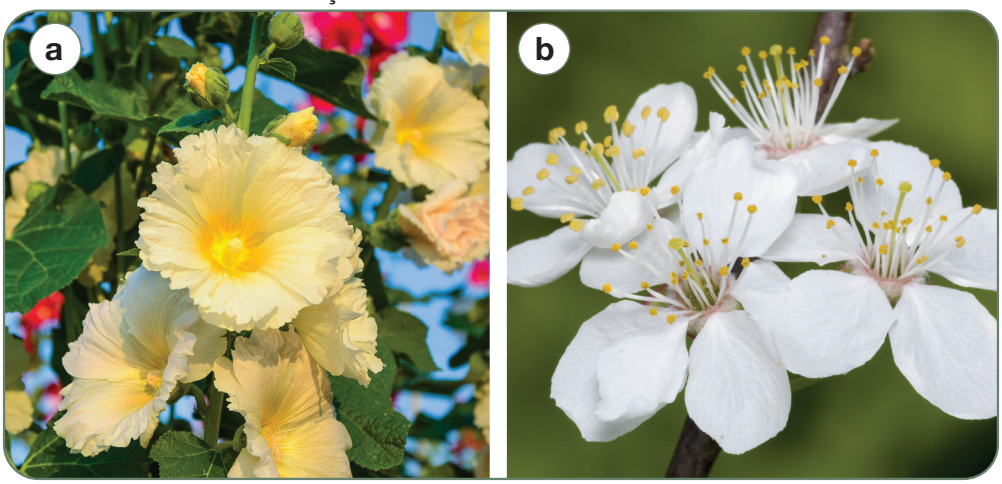
Hayvanlar âleminde basitten karmaşığa doğru giden bir organizasyon sürecinde hermafroditlik görülme oranı giderek azalır.

Eşeyli üremenin en önemli avantajlarından biri de farklı özellikteki gametlerin birleşmesi ile yeni gen kombinasyonlarının oluşmasıdır. Böylece tür içi çeşitlilik sağlanır. Eşeyli üreyen organizmalar arasında büyük genetik farklılıklar vardır ve bunlar o türün çevreye uyum yeteneğini artırır.

Bazı basit organizasyonlu hayvanlar ile tohumlu bitkilerin çoğu hem dişi hem de erkek üreme hücreleri üretebilir ve kendi kendini dölleyebilir. Bu tür canlılara **hermafrodit (erselik)** adı verilir.

Bitkiler gibi yer değiştirme hareketi yapamayan ya da parazitler gibi konak canlının vücudunda yaşayan organizmalarda hermafroditlik avantaj sağlar. Çünkü aynı bireyde hem erkek hem de dişi üreme hücrelerinin meydana getirilmesiyle eş bulma sorunu ortadan kalkar.

Yassı solucanlardan tenya gibi bazı hermafrodit canlılar kendi kendilerini dölleyebilir. Toprak solucanı gibi birçok hermafrodit canlının ise aynı türden başka bir bireyle çiftleşmesi gerekmektedir. Çünkü bunlarda erkek ve dişi üreme organları farklı zamanlarda olgunlaşır. Birçok hermafrodit bitkide de erkek ve dişi gametler farklı zamanlarda olgunlaştırılarak kendi kendini dölleme engellenir. Görsel 1.11'de hermafrodit bitkilere örnekler verilmiştir.



Görsel 1.11: a) Hatmi çiçeği b) Erik çiçeği

SIRA SİZDE

Eşeyli üreyen canlılarda mayoz ve döllenmenin farklı düzeyde etkisiyle çeşitlilik de farklı düzeylerde olabilir. Aşağıdaki durumları tür içi kalıtsal çeşitlilik açısından irdeleyiniz.

- Kendini dölleyen hermafrodit canlı
- Başka bireyle döllenen hermafrodit canlı
- Dişi ve erkek ayrı bireylerle eşeyli üreyen canlılar

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

1. Bir deney ortamında, dişi üreme ana hücresi art arda iki mitoz geçiriyor. Daha sonra oluşan hücrelerin her birinin mayoz bölünmeyi tamamlaması sağlanıyor. Deney tamamlandığında ortamda toplam kaç üreme hücresi bulunur?

.....
.....
.....
.....

2. Vücut hücrelerinde 2n = 32 kromozom bulunan bir canlının üreme ana hücrelerinde mayoz bölünme meydana geliyor. Mayoz bölünme sırasında,

• Profaz evresinde kaç tetrat gözlenir?

.....

• Bölünme sonucu oluşan gametlerin kromozom sayısı nedir?

.....

3. Canlılarda kalıtsal çeşitliliği sağlayan olaylar nelerdir?

.....
.....
.....
.....

4. Eşeyli üreyen canlılarda üreme hücrelerinin mayozla oluşmasının önemini açıklayınız.

.....
.....
.....
.....

5. Yüksek organizasyonlu canlılarda yaygın olarak eşeyli üremenin görülmesi nasıl açıklanır? Eşeyli üremenin eşeysiz üremeye göre üstün yönleri nelerdir?

.....
.....
.....
.....

6. Eşeysiz üreme tekniklerinin bahçecilik ve tarım sektörlerindeki uygulamalarına örnekler veriniz.

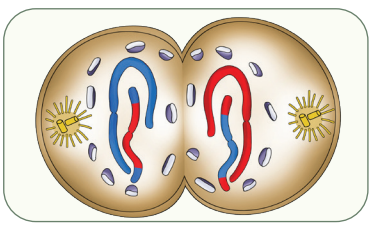
.....
.....
.....
.....

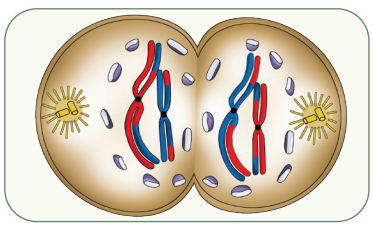
B. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"de numaralandırılmış kutucuklarda çeşitli canlılar verilmiştir. **Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.**

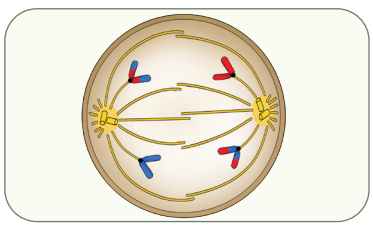
1 Bakteri	2 Kara yosunu	3 İnsan
4 Eğrelti otu	5 Bal arısı	6 Paramesyum
7 Tohumlu bitki	8 Toprak solucanı	9 Amip

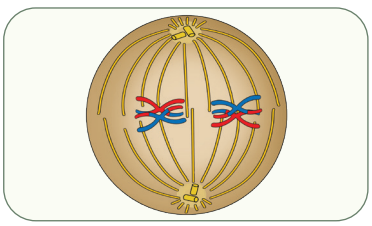
1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinde sporla üreme görülür? .....
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinde hermafroditlik görülebilir? .....
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinde partenogenez görülür? .....
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinde bölünerek üreme görülür? .....

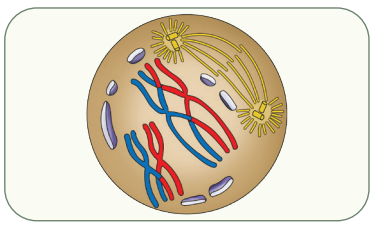
C. Aşağıdaki şekillerde 2n = 4 kromozomlu bir üreme ana hücresinin mayoz bölünmesine ait bazı evreler verilmiştir. Bu evrelerin hangileri olduğunu noktalı kısımlara yazınız.
Kutucuk numaralarını kullanarak bu evrelerin meydana geliş sırasını aşağıdaki ilgili alana yazınız.

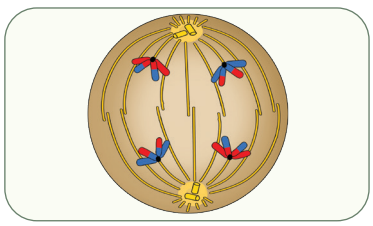

1 .....


2 .....


3 .....


4 .....


5 .....


6 .....

Evrelerin meydana geliş sırası: ....

A. OKUMA METNİ

Kanserle İlgili Yanlış Bilinenler

Kanser Nedir?

Kanser vücudumuzun her organını veya dokusunu etkileyebilen çok geniş bir hastalık grubunun ismidir. Halk arasında kötü huylu adıyla bilinen hastalıktır.

Kanserin en önemli özelliği kimi hücrelerin normal hücrelerden farklılaşarak hızlı ve kontrolsüz bölünme özelliği kazanması ve sınır tanımaksızın yakınlarındaki doku ve organları istila etmesi ve dahası dolaşım yolu ile uzak organ ve dokulara yayılmasıdır. Kanserin uzak organlara yayılmasına **metastaz** denir. Kanserden ölümlerin en sık sebebi metastazlardır. Sonuçta kanser, vücudumuzun kendi hücrelerinin çeşitli nedenlerle kontrolsüz olarak çoğalması sonucu meydana gelen bir hastalıktır.

Kanser vücudumuzdaki her hücrede gelişebilir. Kanserin bilinen birçok sebebi olduğu gibi günümüzde kanserle ilgili bilinmeyenler de hayli fazladır.

Kanserlerin %30'u çok basit önlemlerle önlenebilir. Bunların en başında tütün ürünlerinin kullanılmaması gelmektedir. Ayrıca günümüzde modern tıbbın sağladığı cerrahi, radyoterapi ve sistemik ilaç tedavisi gibi olanaklar sayesinde birçok kanser türü tedavi edilebilmektedir.

Şeker Kanseri Besler mi?

Genel ağda ve televizyonda şekerin kanseri beslediği ile ilgili sayısız iddia vardır. Hatta şekeri diyetten tamamen çıkarınca kanserin tedavi edileceği bile iddia edilir. Oysa şekerli gıdalar yemenin kanserin büyümesini hızlandırdığı ve yayılmasını çabuklaştırdığı ile ilgili kesin bir bilimsel kanıt bulunmamaktadır.

Vücudumuzdaki her hücre sadece kanser hücreleri değil, sağlıklı hücreler de hayati fonksiyonlarını sürdürebilmek için gereken enerjiyi glikozdan (bir tür şeker molekülü) elde eder. Dolayısıyla şeker yemek kanserin büyüme hızını artırmaz, şeker yemeyi tamamen kesmek de kanserin büyümesini durdurmaz. Ancak bu, diyetinizde şeker içeriğinin yüksek olması iyidir, anlamına gelmez. Tam tersine şekerli gıdaların aşırı tüketilmesi fazla kalori alımına ve sonucunda kilo artışına, obeziteye ve diyabet oluşmasına yol açabilir. Obezite de kanserin en önemli nedenlerinden biri olduğu için aşırı şekerli gıdaların tüketimi dolaylı yoldan kansere neden olabilir. Bu nedenle şeker tüketimi konusunda da "Her şeyin fazlası zarar, azı karar." ilkesini hatırlamakta fayda vardır.

Kanser, görülme sıklığı tüm dünyada hızla artan ve tedavi edilmezse ölümcül olabilen bir hastalıktır. Genel ağ ve sosyal medya gibi iletişim araçları ile artık bilgiye ulaşmak hayli kolaylaşmıştır. Ancak bu şekilde elde edilen bilgilerin doğruluğu sorgulanmadığı için kanser konusunda da bilgi kirliliği hayli artmıştır. Hiçbir bilimsel dayanağı olmayan "bilgiler" nedeniyle hastaların tedavileri aksamakta, psikolojik durumları olumsuz yönde etkilenmekte ve hatta bazı hastalar, bu tür yanlış bilgiler yüzünden tedavi şanslarını, dolayısıyla yaşamlarını kaybetmektedirler.

Prof. Dr. Gökhan Özyiğit

Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 590, Sayfa 80, Ocak, 2017. (Düzenlenmiştir.)

Okuduğunuz metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Kanser ve hücre bölünmesi arasındaki ilişki nedir?
2. Kanser önlenebilir bir hastalık mıdır? Kanserden korunabilmek için bireylerin hayat tarzında ne gibi değişiklikler yapılabilir?
3. Kanserin önlenmesi için yapılan harcamalar, kanserin tedavi edilmesi için yapılan harcamalara göre çok daha azdır. Bu durumu yorumlayınız.
4. Sağlık konusunda genel ağ ve televizyonda yer alan haberlerin güvenilirliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu bilgilerin güvenilirliğini sorgulamak için nasıl bir yol izlersiniz?
5. Genel ağ ve televizyonda kanser ile ilgili bilimsel ve doğru olmayan haberlerin toplum sağlığı üzerindeki etkileri neler olabilir?

B. PROJE ÇALIŞMASI

Proje Çalışması
Öz Değerlendirme
Sayfa 175 – 176

Proje adı : Hücre Bölünmelerini Modelleyelim

Amaç : Hücre bölünmelerini ifade eden model oluşturma, bölünme evrelerini görsel modeller kullanarak açıklama

Süre : 2 hafta

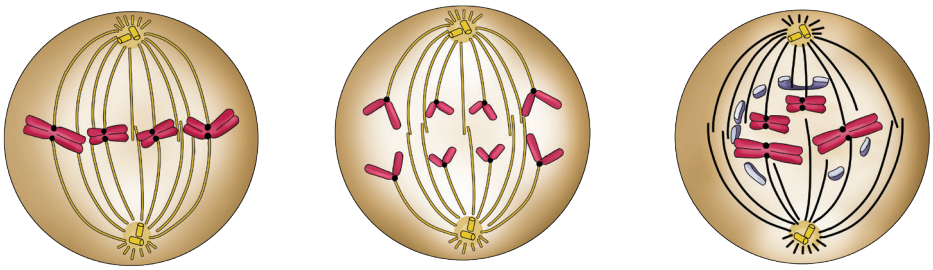
Dikkat Etmeniz Gerekenler

- Bu projede sizlerden mayoz bölünmenin iki ya da üç boyutlu bir modelini oluşturmanız ve oluşturduğunuz modeli sınıfınızda sunmanız beklenmektedir.
- Bu proje çalışmasını üçer ya da dörder kişilik gruplar hâlinde yapmalısınız. Çalışma yapacağınız arkadaşlarınızı belirleyerek kendi çalışma grubunuzu oluşturmalısınız.
- Çalışmanız için bir plan yapmalısınız.
- Projenizin verimli ve zamanında tamamlanması için aranızda iş bölümü yaparak grubunuzdaki her bireyin sorumluluklarını belirlemelisiniz. Kendinize ve grup arkadaşlarınıza karşı sorumluluğunuzu yerine getirmelisiniz.
- Her model, bölünmenin tüm evrelerini içermeli ve kromozom, sentriyol, iğ ipliklerinin hücre bölünmesindeki rolünü açıklayıcı nitelikte olmalıdır.
- Oluşturacağınız modelde ip, karton, boncuk, strafor gibi malzemelerin yanı sıra evinizde bulabileceğiniz atık malzemelerden de yararlanabilirsiniz.
- Hazırladığınız modeli sınıfınızda sunmalısınız.
- Sunumunuzu 10 dakikada sunulacak şekilde hazırlamalısınız.
- Projenizi öğretmeninizin belirlediği tarihe kadar bitirmelisiniz.

C. DEĞERLENDİRME TESTİ

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1.



I **II** **III**

Yukarıda bir hayvanın vücut hücrelerindeki mitoz bölünmeye ait evreler verilmiştir.

Aşağıdakilerden hangisinde bu evrelerin gerçekleşme sırası doğru verilmiştir?

A) I - II - III B) II - I - III C) III - II - I D) III - I - II E) II - III - I

2. I. Üreme hızının yüksek olması

II. İki ayrı eşeyin DNA'larının birleşmesi ile genlerde oluşabilecek hataların telafi edilebilmesi

III. Yeni gen kombinasyonlarının oluşmasıyla uyum yeteneğinin artması

Yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangileri eşeyli üremenin eşeysiz üremeye göre üstün yanlarındandır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

3. **Aşağıda verilen canlı grupları ile üreme şekli eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?**

A) Gül - Çelikle üreme

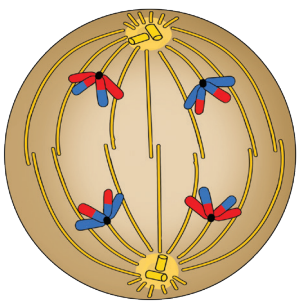
B) Amip - Partenogenez

C) Denizyıldızı - Boyuna bölünme

D) Kara yosunu - Rejenerasyonla üreme

E) Bira mayası - Partenogenez

4. Yanda mayoz bölünmenin anafaz I evresinde olan bir hayvan hücresi gösterilmektedir.



Bu hücre ile ilgili olarak

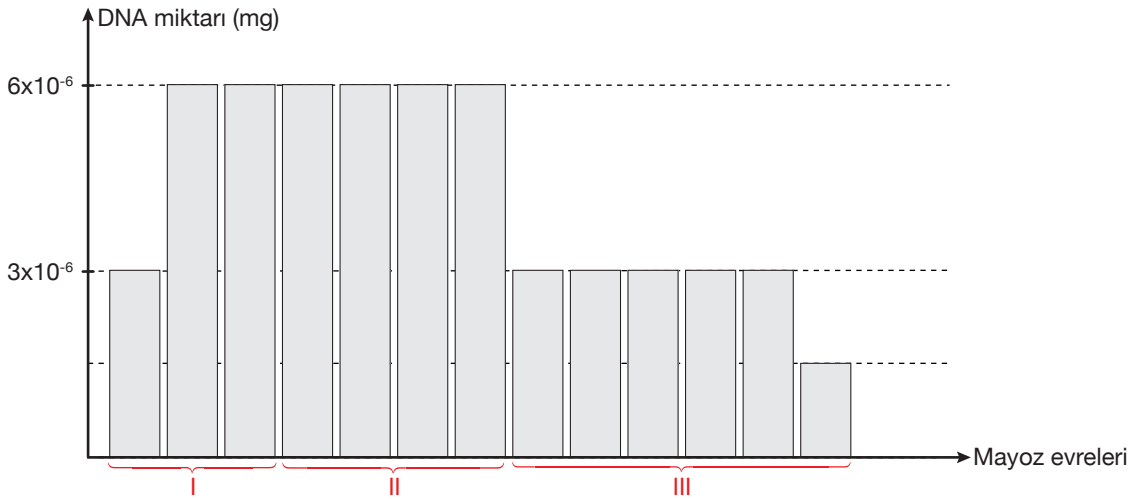
I. Üreme ana hücresidir.

II. Profaz I evresinde iki tetrat oluşmuştur.

III. Bölünme tamamlandığında oluşan hücrelerde dörder kromozom bulunur.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III



Yukarıdaki grafikte bir hücredeki bölünme sırasında DNA miktarındaki değişim gösterilmiştir. Aşağıda verilen 5 ve 6. soruları grafikteki bilgilere göre cevaplayınız.

5. Grafikte verilen bilgilerden yararlanılarak bu hücre ile ilgili

I. Üreme ana hücresidir.

II. Mitoz bölünme geçirmektedir.

III. Bölünme sonunda kromozom sayısı değişmez.

yargılarından hangisi ya da hangilerine ulaşılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

6. Grafikte DNA miktarının değişimi verilen hücre ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) I numaralı zaman aralığında hücre interfazdadır.

B) II ve III numaralı zaman aralıklarında hücre mitotik fazdadır.

C) Bölünme sonucu toplam iki hücre oluşmuştur.

D) I numaralı zaman aralığında DNA replikasyonu gerçekleşmiştir.

E) II ve III numaralı zaman aralıklarında DNA baz dizilimi değişmiştir.

7. Bitki ve hayvan hücrelerinde mitoz bölünme sırasında

I. Sitokinezin gerçekleşme şekli

II. Bir bölünme sonucu oluşan hücre sayısı

III. Kromozomların iğ ipliklerine tutunması

olaylarından hangisi ya da hangileri farklılık gösterir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

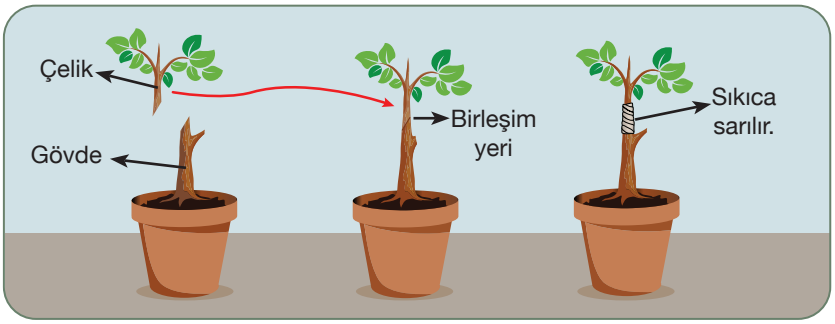
8. **Aşağıdaki üreme olaylarından hangisinin canlılarda kalıtsal çeşitliliğin artmasında rolü yoktur?**

A) Tozlaşma
B) Partenogenez
C) Rejenerasyonla üreme
D) Döllenme
E) Hermafroditlik

9. **Kromozomlarla ilgili olarak aşağıdaki ifadelerin hangisi doğrudur?**

A) İnsanın üreme hücrelerinde gonozom sayısı ikidir.
B) İnsanda vücut hücreleri, homolog kromozom çiftlerinden yalnız birini bulundurur.
C) Krossing over, kromozomlardaki genlerin yapısını değiştirir.
D) Canlılarda gelişmişlik düzeyi arttıkça kromozom sayısı artar.
E) Kromozomlar üzerinde kalıtım birimi olan genler yer alır.

10.



Yukarıdaki görselde anlatılan üreme şekli ile ilgili olarak

I. Tarımsal üretimde hızlı üretim avantajı sağlar.
II. Kazanılmış iyi özelliklerin yeni canlıya aktarılmasını sağlar.
III. Yeni oluşan canlı, kullanılan çeliğin alındığı canlıyla aynı kalıtsal bilgiyi taşır.
IV. Tarımsal üretimde kalıtsal çeşitliliğin artmasını sağlar.

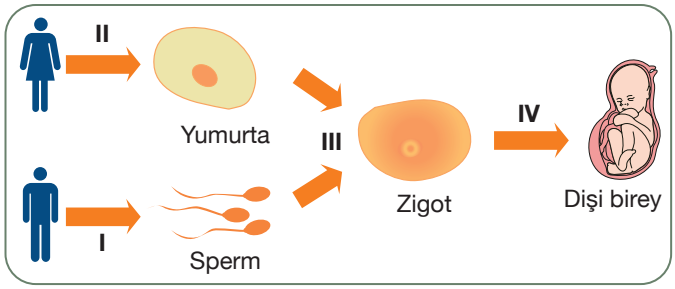
bilgilerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III D) II ve IV E) III ve IV

11. **Aşağıdakilerden hangisi mitoz bölünmenin bir özelliğidir?**

A) Kromozom sayısını yarıya indirmesi
B) Kalıtsal çeşitliliğe neden olması
C) Sadece bir hücrelilerde gözlenmesi
D) Eşeyli üreyen canlılarda üreme hücrelerini oluşturması
E) Hücrenin kalıtsal özelliklerini koruması

12. **Yanda verilen eşeyli üreme şemasında numaralı olaylarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**



A) I ve II'de krossing over gerçekleşebilir.

B) I ve II'de kromozom sayısı değişmez.

C) III'te DNA miktarı değişmez.

D) IV'te kalıtsal yapı değişir.

E) IV 'te homolog kromozomlar ayrılır.

13. Ekmeğin mayalanması için kullanılan bira mayası, tek hücreli bir mantar türüdür. Hamura karıştırılan bira mayası, kısa sürede çoğalarak açığa çıkardığı karbondioksit gazı ile hamurun kabarmasını ve yumuşak bir kıvam almasını sağlar.

Yukarıda verilen canlıda gözlenen üreme şekli için

I. Mitoz bölünme ile gerçekleşir.

II. Oluşan yeni bira mayası hücreleri ana hücrelerden farklıdır.

III. Dişi ve erkek bireye gereksinim yoktur.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I ve III E) I, II ve III

14. **Bir arı kolonisinde aşağıdaki hücrelerin hangisi mayoz ile meydana gelir?**

A) Dişi larvadan kraliçe arı

B) Kraliçe arıdan yumurta

C) Erkek arıdan sperm

D) Yumurta ve spermden zigot

E) Dişi larvadan işçi arı

Ç. BİLİMSEL SÜREÇ

Hücre döngüsü üzerine çalışan bir bilim insanı olduğunuzu farz ediniz. Bir deney ortamındaki hücrelere DNA sentezinin başlamasını engelleyen bir madde ilave ediyorsunuz. Bu uygulama, hücre döngüsünün hangi evrede kalmasına neden olur? Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

D. BİLİM, TEKNOLOJİ VE TOPLUM

Tam bir bitkiyi oluşturabilme potansiyeline sahip bitki kısımlarından, yapay besin ortamlarında, steril şartlar altında kullanılan doku kültürü tekniğine mikroçoğaltım denir. Mikroçoğaltımla kısa bir sürede, dar bir alanda, yetiştirme mevsimine bağlı kalmaksızın virüslerden arındırılmış çok fazla sayıda bitki üretimi yapılabilir. Bu yöntemin kısa ve uzun vadede avantaj ve dezavantajları nelerdir? Tartışınız.

2. ÜNİTE KALITIMIN GENEL İLKELERİ

FOTOĞRAFTA NE GÖRÜYORSUNUZ?

Fotoğrafta gördüğünüz yavru kediler, aynı anne ve babadan dünyaya gelmiş kardeşlerdir. Bu yavruların post renkleri ve desenlerindeki farklılıklar, kalıtımın ve canlılardaki çeşitliliğin güzel bir örneğidir.

YAŞAMIMIZIN NERESİNDE?

Bu ünitede öğreneceğiniz kavram ve ilkeler günlük hayatınızla oldukça yakından ilgilidir. Kalıtımın genel ilkelerini öğrenerek "Kan grubunuz, cinsiyetiniz ya da saç renginiz nasıl ortaya çıkar?", "Ailenizin birçok bireyinde ortaya çıkan bir özelliğin ya da hastalığın sizde gözlenip gözlenmeyeceğini belirleyen nedir?" gibi sorulara cevap bulabileceksiniz.

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede;

- Kalıtımın genel esaslarını açıklayacaksınız.
- Genetik varyasyonların biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolünü sorgulayacaksınız.

2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

Ders kitabına ait EBA içeriğine yönlendirir.

Ünite konularının bir özetini içeren videoya yönlendirir.

1. BÖLÜM

ÖĞRENECEĞİNİZ KAVRAMLAR / TERİMLER

- Alel
- Biyolojik çeşitlilik
- Soyağacı
- Eşeye bağlı kalıtım
- Fenotip
- Gen
- Genotip
- Gonozom
- Otozom
- Mutasyon
- Rekombinasyon
- Renk körlüğü
- Hemofili
- Dominant
- Resesif
- Monohibrit
- Dihibrit
- Punnett karesi
- Eş baskınlık
- Heterozigot
- Homozigot
- Varyasyon

2.1. KALITIM VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

İnsanda ve çevrenizde gördüğünüz diğer canlılarda, anne ve babanın kimi özelliklerinin yavrularda gözlendiğini, kimi özelliklerinin ise gözlenmediğini fark etmiş olmalısınız. Bir özelliğin yavruda ortaya çıkıp çıkmamasını belirleyen bazı ilkeler vardır. İşte bu özelliklerin incelenmesi kalıtım biliminin temelini oluşturur. Bu bölümde kalıtımla ilgili kavram, model ve teorilerin tarihsel gelişimini analiz edeceksiniz. Kalıtımın temel ilkelerini örneklerle öğrenecek ve konu ile ilgili problemler çözeceksiniz. Ayrıca bu bölümde genetik varyasyonların biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolünü irdeleyeceksiniz.

Düşün Bul

Canlıların özelliklerinin nesilden nesile aktarımı nasıl sağlanır? Düşüncenizin nedenini açıklayınız.

2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları

Hücre teorisine göre her hücrenin daha önce var olan bir başka hücrenin bölünmesi ile meydana geldiğini öğrenmiştiniz. Canlı türlerinin kendilerine benzer yavrular meydana getirdiği bilinen bir gerçektir. Fakat bir nesilden diğerine özelliklerin nasıl aktarıldığı uzun yıllar merak edilmiş ve araştırma konusu olmuştur. Canlıların özelliklerinin bir nesilden sonraki nesle geçmesi **kalıtım** olarak adlandırılır. Anne ve babanın karakterlerinin yavrulara nasıl aktarıldığını, yavrular arasında benzerlik ve farklılıkların nasıl ortaya çıktığını araştıran bilim dalına **kalıtım bilimi** veya **genetik** denir.

9. sınıf biyoloji dersinde bilimin devamlı bir değişim içinde olduğunu öğrenmiştiniz. Bilimsel bilgi, yeni deney ve gözlemlerin ışığında kısmen veya tamamen değişime uğrayabilir. Bilimin doğasında değişimin olduğunu hatırlayalım.

Kalıtımın esaslarını ortaya koyan ilk bilim insanı, Görsel 2.1'de resmini gördüğünüz Gregor Mendel'dir (Gıregor Mendel). Mendel'in kalıtımın temel ilkelerini ortaya koyması bezelye bitkisi ile yaptığı deneylere dayanmaktaydı. Mendel, bezelyeleri kontrollü bir şekilde üreterek meydana gelen oğul döllerde ana ve baba karakterlerinin ortaya çıkma oranını gözlemledi.

Görsel 2.1: Gregor Mendel

1876 yılında mitozun kromozomal ayrıntıları, 1887 yılında mayozun önemi ve işleyişi ile ilgili pek çok bilgi ortaya kondu. Aynı yıllarda Weismann (Vaysmen), gametlerdeki kromozom sayısının vücut hücrelerindeki kromozom sayısının yarısı kadar olduğunu buldu. Bu bilimsel ilerlemeler kalıtımın ilkelerini anlamayı kolaylaştırmaktaydı.

Mendel'in ölümünden sonra 1900 yılında birbirinden bağımsız bilim insanları tarafından Mendel'in bulguları yeniden değerlendirildi ve "Mendel Kanunları" olarak bilim tarihinde yerini aldı.

Teori ve kanunun hangi açılardan birbirinden farklı bilimsel bilgi türleri olduğunu hatırlayınız. Mendel'in bulgularının neden "kanun" olarak tanımlandığını tartışınız.

A. Mendel ve Temel Olasılık İlkeleri

Günümüzde kalıtım biliminin babası olarak kabul edilen Mendel'in ilgi odağını, canlılarda özelliklerin kuşaktan kuşağa geçişi oluşturuyordu. Mendel, yeni doğan bir yavrunun ebeveynlerinin özelliklerini taşıdığını biliyordu. Yavruların bazıları anaya, bazılarıysa babaya benziyordu. Ancak bu olayların o dönemde bilimsel bir açıklaması yoktu. Mendel, bu benzerliklere bilimsel bir açıklama yapabilmek için deneylere başladı. Mendel, yaklaşık on yıl boyunca melezleme çalışmalarına sabır ve dikkatle devam etmiştir. Bulgularının "**Mendel Kanunları**" olarak kabul görmesinin ve günümüzde geçerliliğini korumasının en önemli nedenlerden biri de Mendel'in deney sonuçlarını matematiksel olarak ifade etmesidir. Mendel, yaptığı deneylerin sonuçlarını titiz bir şekilde kaydetmiş, sayısal olarak belirtmiş ve bunu yaparken bir matematik ve istatistik dalı olan olasılığı kullanmıştır.

Mendel kalıtımı, temel olasılık ilkelerine uymaktadır. Bu ünitede birçok örneğini göreceğimiz genetik çaprazlamaları iyi anlayabilmek için öncelikle olasılık kurallarını iyi anlamanız gerekir.

Olasılık günlük hayatta hava tahminleri gibi olaylarda karşımıza çıkar. Bir fiilin gerçekleşip gerçekleşmeme oranına **olasılık** denir. Olasılığından söz edilen fiil, her zaman gerçekleşmeyen ancak gerçekleşmesi beklenen bir olaydır. Bu tür olaylara **şansa bağlı olaylar** da denir. Örneğin bir zar atıldığında üst yüze gelen noktaların sayısının ne olacağı şansa bağlı bir olaydır.

Olasılık bir olayın kaç defa gerçekleşeceğini değil, hangi oranda gerçekleşeceğini açıklar. Bu oran 0 ile 1 arasında değişiklik gösterir ve basit kesir ya da yüzde (%) olarak ifade edilir. Bu oranı, gerçekleşmesi beklenen bir sonucun karşılaşılması düşünülen tüm sonuçlara oranı olarak ifade edebiliriz. Örneğin hilesiz bir zar atıldığında üst yüze gelen noktaların sayısının 3 olma olasılığı, 6 farklı sonuçtan birisidir ve 1/6 olasılığa sahiptir.

Madenî bir para havaya atıldığında yazı ya da tura gelme olasılığı, bize olasılık ilkeleri hakkında pek çok bilgi verir. Paranın üstte kalan yüzeyi için yazı ya da tura olmak üzere iki farklı durum vardır. Görsel 2.2'de verildiği gibi paranın her defasında yazı gelme olasılığı 1/2'dir ve bu olasılık tura gelme olasılığına eşittir. Arka arkaya yapılan atışlar birbirinden bağımsızdır. Teorik olarak 20 kez havaya atılan bir paranın 10 kez yazı, 10 kez de tura gelmesini bekleriz. Deneme sayısını artırdıkça bu oranı yakalama şansı da artar.

Görsel 2.2: Havaya atılan bir paranın yazı veya tura gelme olasılıkları birbirine eşittir ve bu değer 1/2'dir.

Olasılık, günümüzde birçok bilimsel çalışmada kullanılmaktadır. Kalıtım bilimi de bunlardan biridir. Bir yumurta döllendiğinde belirli bir özelliğin yumurta veya spermden yavruya geçmesi belirli bir olasılığa sahiptir. Mendel de çalışmalarının sonuçlarını matematiksel oranlar hâlinde ifade etmiştir. Bu oranlar, belirli özellikteki ebeveynlerin bu özelliklerini yavrularına aktarma olasılığını hesaplama olanağı sağlar.

UNUTMAYALIM

Olasılığın bazı temel ilkeleri, genetik çaprazlamaların sonuçlarını tahmin edebilmekte kullanılır. Bu temel ilkeler şunlardır:

- Şansa bağlı bir olayın bir defa denenmesinden elde edilen sonuçlar daha sonraki deneme sonuçlarını etkilemiyorsa bunlara **bağımsız olaylar** denir. Bağımsız olayların sonuçları da bağımsızdır.
- İki ya da daha çok yol ile olabilen bir olayın olasılığı, bu yolların bağımsız olasılıklarının toplamına eşittir.
- Şansa bağlı iki bağımsız olayın birlikte olma olasılığı, ayrı ayrı olma olasılıklarının çarpımına eşittir.

Konu ile ilgili olarak aşağıdaki örnekleri inceleyelim.

2.1 ÖRNEK

Art arda iki defa havaya atılan madenî paranın bu atışlardan birinde yazı, diğerinde tura gelme olasılığı nedir?

2.1 ÇÖZÜM

Birinci atışta yazı, ikinci atışta tura gelme olasılığı;

1/2 x 1/2 = 1/4'tür.

Birinci atışta tura, ikinci atışta yazı gelme olasılığı;

1/2 x 1/2 = 1/4'tür.

Görüldüğü gibi söz konusu olasılık iki farklı yoldan gerçekleşebileceğinden sorunun cevabı,

1/4 + 1/4 = 1/2 olarak bulunur.

2.2 ÖRNEK

Aynı anda havaya atılan iki madenî paradan birinin yazı, diğerinin tura gelme olasılığı nedir?

2.2 ÇÖZÜM

Havaya atılan madenî bir paranın yazı gelme olasılığı tura gelme olasılığına eşittir ve 1/2'dir. Aynı anda havaya atılan iki madenî paradan birinin yazı, diğerinin tura gelme olasılığı birbirinden bağımsız olaylardır. Bu nedenle bu iki olayın birlikte gerçekleşme olasılığını,

1/2 x 1/2=1/4 olarak hesaplarız.

B. Mendel Genetiği

Görsel 2.3'te Mendel'in deneylerinde kullandığı bitki olan bezelye görülmektedir. Başlangıçta bal arısı gibi başka canlılarla da çalışan Mendel'in kalıtımın ilkelerini ortaya koymasında büyük etkenlerden biri bezelyeler ile çalışması olmuştur.

Mendel, uzun yıllar boyunca farklı özelliklerde bezelye çeşitlerini yetiştirdi ve bunların birbiriyle tozlaşmalarını sağladı. Bezelyelerin kısa sürede olgunluğa ulaşmaları ve çok sayıda tohum oluşturmaları Mendel'in çalışmalarında ona avantaj sağladı. Elbette azmi ve büyük bir sabırla çalışmalarını sürdürmesi de başarıya ulaşmasında önemli bir etken oldu.

Bezelye bitkisinin farklı özellikler gösteren çok sayıda çeşidi vardır. Örneğin bir çeşit bezelyenin tohumları sarı iken diğer bir çeşidinki yeşildir. Mendel, bezelye bitkisindeki çok sayıdaki karakter arasından gözlenmesi kolay yedi tanesini seçerek bunlar üzerindeki çalışmalarını yayımladı.

Görsel 2.3: Bezelye

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ

Tohum rengi gibi kalıtımla aktarılabilen ayırt edici niteliklere **karakter**, bir tohum karakterinin sarı ya da yeşil renkli olma gibi her bir farklı tipine **özellik** adı verilir.

Tablo 2.1'de Mendel'in seçtiği yedi karakter ve bunların özellikleri görülmektedir. Bu karakterlerin dışarıdan gözlenebilen belirgin iki özelliğinin olması, Mendel'in doğru sonuçlara ulaşmasında etkili olmuştur. Örneğin bezelye bitkisinin çiçekleri mor ya da beyaz renklidir. Bu iki rengin karışımı olan üçüncü bir renkte çiçek bulunmaz. Ayrıca Mendel; tohumun ağırlığı gibi farklı değerler alabilen, süreklilik gösteren karakterler seçmemiştir.

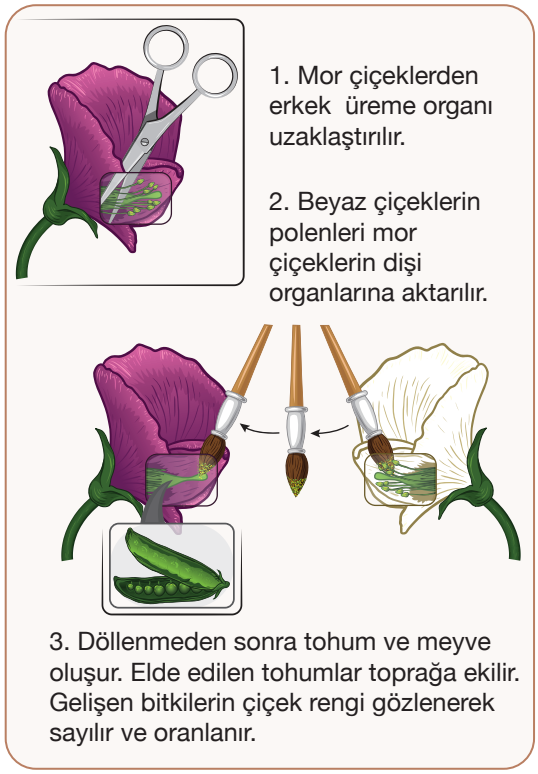
	Karakterler						
	Çiçek Rengi	Çiçek Durumu	Tohum Rengi	Tohum Şekli	Meyve Rengi	Meyve Şekli	Bitki Boyu
Baskın Özellik	Mor	Yanda	Sarı	Düz	Yeşil	Düzgün	Uzun
Çekinik Özellik	Beyaz	Uçta	Yeşil	Buruşuk	Sarı	Boğumlu	Kısa

Tablo 2.1: Mendel'in deneylerinde kullandığı yedi bezelye karakteri ile bunların baskın ve çekinik özellikleri

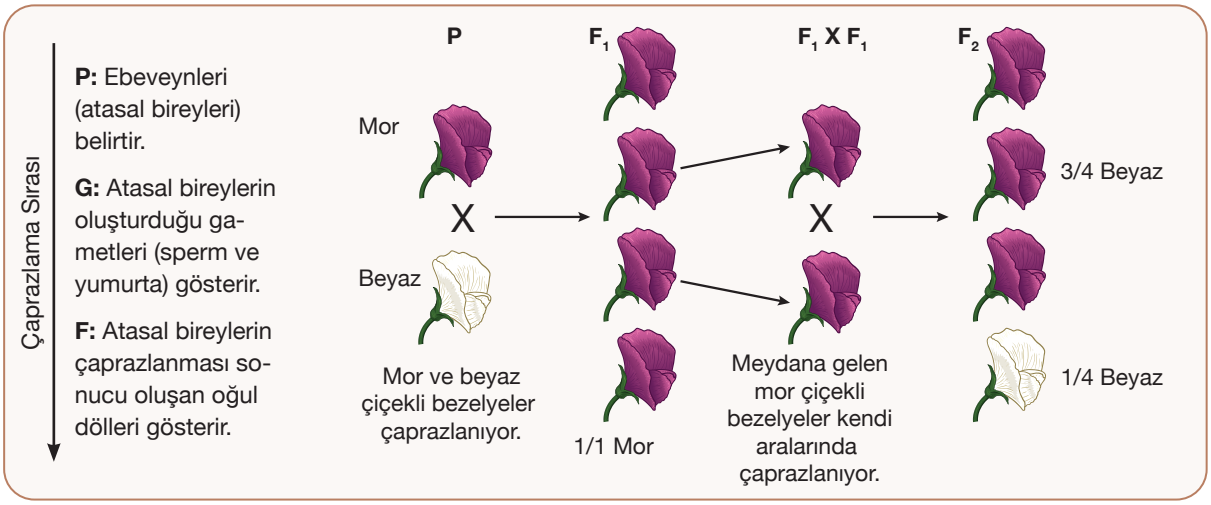
Bezelye bitkisinde kendi kendini dölleme görülür. Bezelye bitkisinin aynı türden başka bitkilerin polenleri ile döllenmemesi Mendel'in sonuçlarının başarısındaki bir başka etkendir.

Çiçekteki erkek organlarda oluşan polenler (erkek üreme hücreleri) dişi organdaki yumurta hücresini döller. Mendel, Şekil 2.1'de görüldüğü gibi dişi olarak kullanacağı çiçekten erkek organları keserek uzaklaştırmıştır. Daha sonra kendi belirlediği bitkiden polenleri bir fırça yardımıyla bu çiçeğe aktararak yapay tozlaşma yapmıştır. Bu tozlaşma olayı **genetik çaprazlama** olarak bilinir. Mendel bunu yaparken Şekil 2.1'deki gibi sulu boya fırçası kullanmıştır. Böylece döllenme sonucu oluşan yeni bitkinin ebeveynlerini kesin olarak bilmektedir.

Şimdi, Mendel'in deneyinde yaptığı gibi mor çiçekli bezelye bitkisi ile beyaz çiçekli bezelye bitkisine ait Şekil 2.2'de verilen genetik çaprazlamayı inceleyelim. Bu çaprazlama sonucunda elde edilen yeni bitkilerde çiçek renginin hangi oranlarda ortaya çıktığına dikkat edelim. Genetik çaprazlamalarda kullanacağımız ifadelerin anlamları ve kısaltmalar Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Mendel'in yaptığı bir genetik çaprazlama



Şekil 2.2: Mor ve beyaz çiçekli bezelyeleri kullanarak arka arkaya iki kuşak boyunca yapılan çaprazlamalar

Mendel, yukarıda anlatılan bu iki çaprazlamanın sonucunda mor ve beyaz çiçekli bezelyeleri çaprazlayarak elde ettiği çok sayıda oğul dölü (yavruları) tek tek sayarak oranlamış ve nicel sonuçlara ulaşmıştır. Bu çaprazlamanın sonucunda F_1 dölünde oluşan yüzlerce bitkinin tamamı mor çiçeklidir. F_1 dölünden bireyler kendi aralarında çaprazlandığında F_2 dölü meydana gelir. Buna **kendileştirme** adı verilir. Bu çaprazlamadan meydana gelen bireylerin yaklaşık %75'i mor; %25'i beyaz çiçeklidir. Mendel bu sonuçları oransal olarak "3:1" şeklinde ifade etmiştir.

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ

P, İngilizce "parental (ebeveyn)"; F, "filial (oğul)"; G ise "gamet" sözcüklerinin baş harfleridir.

Mendel'in yaptığı çaprazlama sonucunda cevaplaması gereken soru şudur: F_1 kuşağının tamamı mor renkli çiçeklere sahip olmasına rağmen mor çiçekli bezelyelerin kendi aralarında çaprazlanması sonucu tekrar beyaz çiçekli bitkiler nasıl oluşur? F_2 kuşağında ortaya çıkan durum, beyaz renkli çiçek özelliğinin F_1 kuşağındaki bireylerin kalıtsal yapısında olduğunu ancak saklı kaldığını göstermektedir.

Mendel, daha önce belirttiğimiz bezelyelerdeki yedi farklı karakterin her biri için üç kuşak boyunca çaprazlamalar yapmıştır. Mendel, incelediği diğer altı karakter için de aynı deneyleri yaparak aynı sonuçlara ulaşmıştır.

UNUTMAYALIM

Mendel, dişi ve erkek olarak kullandığı ebeveynleri değiştirse de F_1 ve F_2 döllerinde sonuçların değişmediğini gözlemlemiştir. Dolayısıyla incelenen bu karakterin kalıtımı, ebeveynlerin cinsiyetinden bağımsız olarak gerçekleşmektedir.

Binlerce bitki ile yaptığı deney sonuçlarını derleyen Mendel, özelliklerin ifade edilen ve gizli kalanlar olmak üzere ikiye ayrıldığı sonucuna varmıştır. Mendel bunları sırasıyla **baskın** ve **çekinik** olarak adlandırmıştır. Melezlemede çekinik özelliklerin gizli kaldığını, baskın özelliklerin ise ortaya çıktığını belirtmiştir. Örneğin beyaz çiçek rengi çekinik bir özellik iken mor çiçek rengi baskın bir özelliktir.

Mendel'in genetik çaprazlamalar yaparak ulaştığı sonuçları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

• **Baskınlık (dominansi) ilkesi:** Karakterlerin ebeveynlerden yavrulara geçmesini sağlayan belirli birim faktörler vardır. Bir bireyde her karakter için birbirine benzer ya da farklı olan bir çift faktör bulunur. Eğer bir karakter için iki faktör de aynı bireyde bulunuyorsa bunlardan yalnızca biri kendisini belli eder.

• **Ayrılma ilkesi:** Bir karakterden sorumlu faktörlerden her biri eşit olasılıkla birbirinden ayrılarak farklı gametlere geçer.

• **Bağımsız dağılım ilkesi:** Melezlerin kendi aralarında çaprazlanmasıyla belirli özelliklerin önceden tahmin edilen oranlarda ortaya çıkması, gametlerin rastgele birleştiğini gösterir.

Mendel'in yaşadığı dönemde gen ve kromozom kavramlarının henüz bilinmediğine değinmiştik. Bununla birlikte Mendel'in ulaştığı sonuçlar, daha sonra ayrıntılı olarak ele alacağımız kalıtımın kromozomal teorisi ile ilgili birçok gerçeği açıklamaktadır.

Mendel'in o gün için birim veya eleman adını verdiği terimlerin günümüzdeki karşılığının **gen** olduğunu ve her karakterin bir çift gen tarafından kontrol edildiğini biliyoruz.

Gen, canlının kalıtsal özelliklerinden herhangi birini taşıyan nükleotit dizisidir. Bir gende yaklaşık 1500 nükleotit bulunur.

Fenotipte her zaman etkisini gösteren alel, **baskın (dominant)** olarak adlandırılır. Baskın alel ile birlikteyken etkisi gözlenmeyen alel ise **çekinik (resesif)** adını alır.

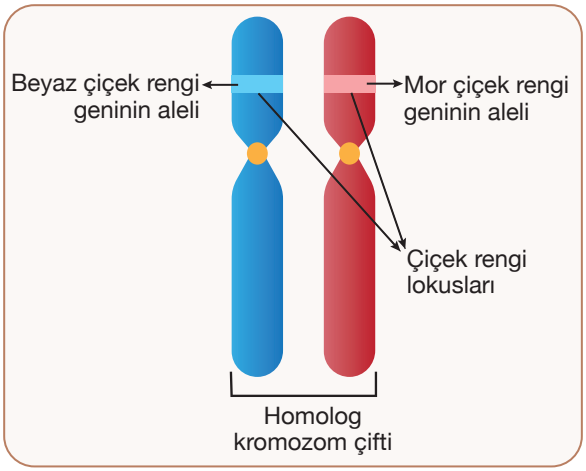
Görsel 2.4'te anne ve babada görülmeyen çekinik bir özelliğin çocukta ortaya çıkışına bir örnek verilmiştir. Albinoluk çekinik alelle taşınan bir özelliktir. Görseldeki iki albino kardeşin ailesindeki diğer bireyler normal deri rengine sahiptir. Bu durumda anne ve baba çekinik aleli taşımaktadır.

Görsel 2.4: Albino iki kadeş ile anne, baba ve ağabeyleri

Genler, kromozomlar üzerinde yer alır. Genlerin kromozom üzerinde bulunduğu bölüme **lokus** denir.

Diploit bir hücrede, homolog kromozomlar çiftler hâlinde bulunur. Biri anneden, diğeri babadan gelen bu kromozomların aynı karakteri kontrol eden genleri taşıdığını hatırlayalım. Bir karakterden sorumlu iki ya da daha fazla gene, genin **alelleri** denir. Örneğin bezelyelerde çiçek renginin mor ya da beyaz olması genin alelleri tarafından belirlenir.

Şekil 2.3'te görüldüğü gibi bir genin alelleri homolog kromozomlar üzerinde karşılıklı lokuslarda yer alır.



Şekil 2.3: Homolog kromozomlar ve bir genin alelleri

Bir genle ilgili ikiden fazla alel çeşidi olabilir. Örneğin göz rengi için insanlarda farklı aleller mevcuttur. Ancak bir bireyde bir genin alellerinden en fazla iki tanesi bulunabilir.

Genlerin karakterlerde ortaya çıkan etkisi **fenotip** adını alır. Örneğin "Ahmet'in gözleri kahverengidir." cümlesi, bireyin göz rengi karakteri yönünden fenotipini ifade eder.

Bireyin sahip olduğu genlerin toplamına ise **genotip** denir. Yukarıdaki örneği ele alırsak Ahmet'in göz rengi fenotipi kahverengi olmakla birlikte genotipinde kahverengi ve mavi göz rengi alelleri birlikte bulunabilir. Baskınlık ve çekiniklik özellikleri, bazı durumlarda canlının genotipinin fenotipte gözlenmesini engeller.

Bir karakterle ilgili genin aynı alellerine sahip canlılara **homozigot** (arı döl/saf döl) adı verilir. Bir karakterle ilgili genin farklı alellerine sahip canlılara ise **heterozigot** (melez döl/hibrit) denir.

Heterozigot bireylerde çekinik alelin etkisi karaktere yansımaz. Bir karakter bakımından heterozigot genotipte baskın alel, çekinik alelin tüm etkilerini kapatır ve organizmanın fenotipinde baskın alel etkisini gösterir.

Genler genellikle harflerle gösterilir. Baskın aleller için büyük, çekinik aleller için küçük harfler kullanılır. Daha önce incelediğimiz bezelyede çiçek rengi karakterini tekrar ele alalım. Mor çiçek rengi baskın olduğu için "A", beyaz çiçek rengi geni ise çekinik olduğundan "a" ile gösterilebilir. Bu durumda bir bezelye bitkisinin bulundurabileceği farklı alel kombinasyonları Tablo 2.2'de verilmiştir.

	Genotip	**Fenotip**
Homozigot	AA	Mor çiçekli
Heterozigot baskın	Aa	Mor çiçekli
Homozigot çekinik	aa	Beyaz çiçekli

Tablo 2.2: Bezelye bitkisinde çiçek rengi bakımından genotip ve fenotipler

I. Gamet Bulma

Mayoz bölünmede homolog kromozomların bağımsız olarak gametlere dağıldığını hatırlayalım. Normalde homolog kromozomlar, Mendel'in bağımsız dağılım yasasına göre gametlere dağılır.

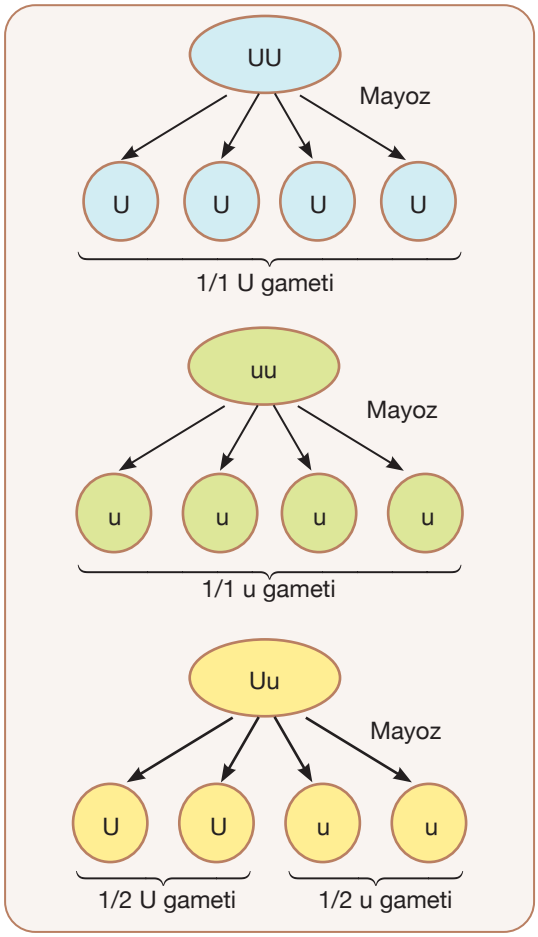
Çaprazlama çalışmalarında genotipi belirli olan ebeveynlerin meydana getirebileceği gamet çeşitleri tahmin edilebilir. Bezelyelerde gövde uzunluğu bakımından farklı genotiplerin oluşturabileceği gamet çeşitleri Şekil 2.4'te verilmiştir.

Bezelyelerde uzun gövde geni, kısa gövde genine baskındır. "U" geni uzun gövdeye neden olurken "u" geni kısa gövdeye neden olmaktadır.

Homozigot genotipte bireyler her zaman bir çeşit gamet oluşturabilir. Diğer bir deyişle UU genotipli birey 1/1 oranında U genotipinde, uu genotipli birey 1/1 oranında u genotipinde gamet meydana getirir.

Bir karakter bakımından heterozigot bireyler ise iki çeşit gamet oluşturur. Yani Uu genotipli birey 1/2 oranında U, 1/2 oranında ise u genotipli gametler meydana getirir.

Bezelyeler ile ilgili aşağıda verilen örnekleri inceleyerek gametlerle ilgili hesaplamaları kavrayalım.



Şekil 2.4: Üç farklı genotipten mayoz bölünme ile oluşan gametlerin oranı (U: uzun gövde, u: kısa gövde)

2.3 ÖRNEK

Tüm karakterler bakımından heterozigot olan, düzgün tohumlu, uzun gövdeli ve mor çiçekli bir bezelyenin oluşturacağı gamet çeşidi sayısı kaçtır?

2.3 ÇÖZÜM

Fenotipi verilen bezelyenin genotipi DdUuAa şeklindedir. Ayrılma ve bağımsız dağılma ilkelerine göre her alel çiftinin oluşturacağı gamet çeşidi ayrı ayrı bulunarak çarpılır. Bu durumda gamet çeşidi sayısı

Dd Uu Aa

2 X 2 X 2 = 8 olarak hesaplanır.

UNUTMAYALIM

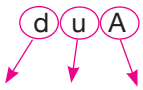
Genotipi verilen bir bireydeki heterozigot karakter sayısı "n" olmak üzere gamet çeşidi sayısı "2^n" formülü ile bulunur.

2.4 ÖRNEK

Örnek 2.3'te genotipi verilen bezelyenin üreme ana hücrelerinde mayoz bölünme sonucunda duA genotipinde bir gamet oluşturma olasılığı nedir?

2.4 ÇÖZÜM

Ayrılma ilkesi gereği farklı kromozomlar üzerinde bulunan genlerin birlikte bir gamete gitme olasılıkları ayrı ayrı olasılıklarının çarpımı ile bulunur. Buna göre DdUuAa genotipindeki bezelye

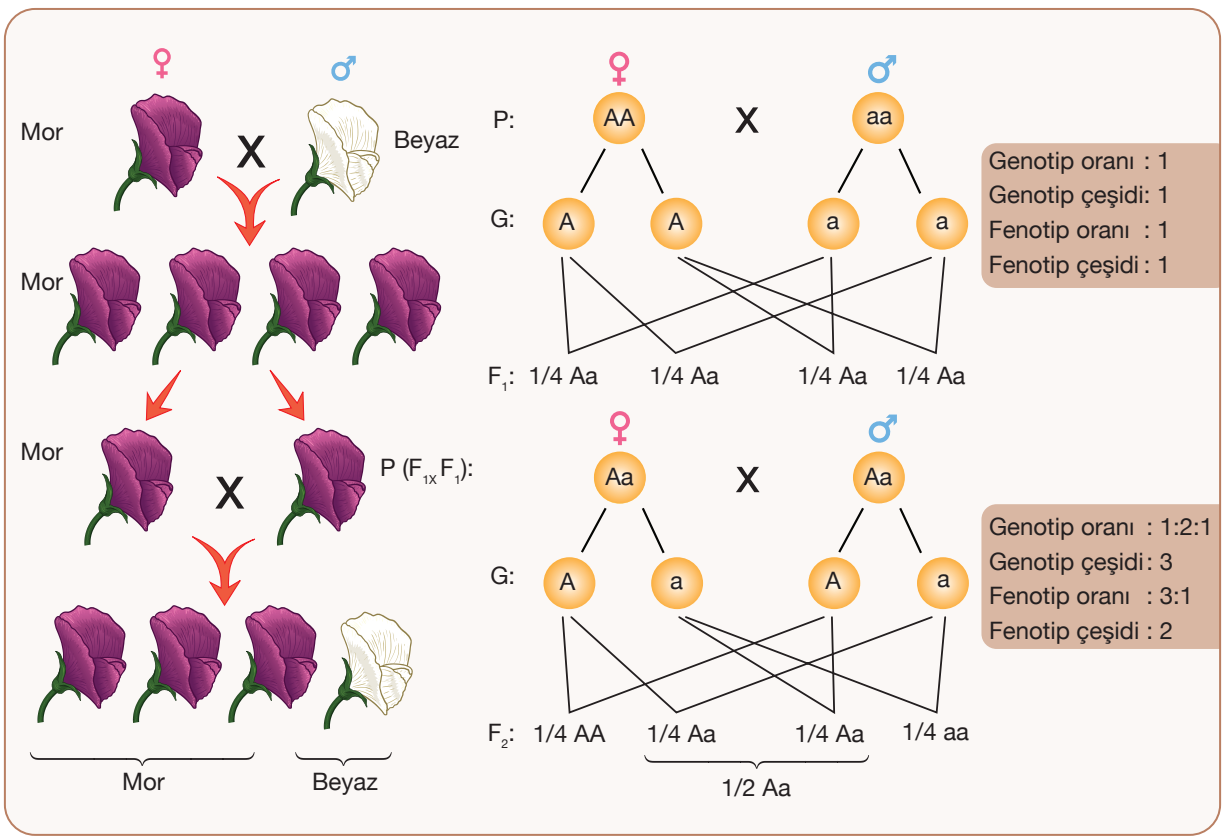


1/2 X 1/2 X 1/2= 1/8 olasılıkla duA genotipinde gamet oluşturabilir.

II. Monohibrit Çaprazlama

Bir karakter bakımından heterozigot olan bireylere **monohibrit**, monohibrit bireylerin kendi arasında çaprazlanmasına ise **monohibrit çaprazlama** denir.

Mendel'in bezelyeler ile yaptığı çaprazlamaları aşağıda verilen Şekil 2.5'te olduğu gibi gösterebiliriz. Çaprazlama yaparak gametlerin birleşmesinden oluşacak yeni bireylerin hangi oranda meydana gelebileceğini olasılık ilkeleri yardımıyla önceden tahmin edebiliriz.



Şekil 2.5: Monohibrit çaprazlama

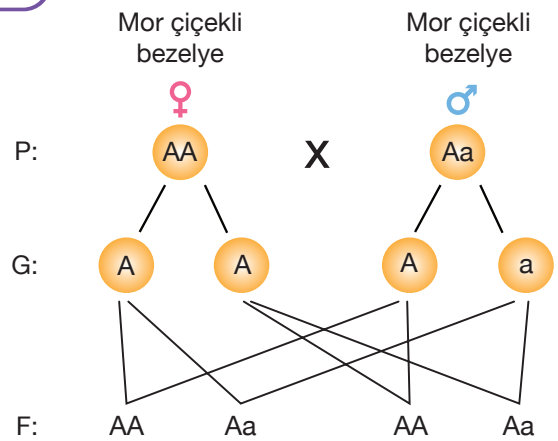
F_1 dölü oluşurken her iki ebeveynden de sadece tek bir alel gelme şansı vardır. Bu nedenle F_1 dölünün tamamı heterozigot baskın karakterde olacaktır. Eğer F_1 kuşağından bireyler kendi aralarında çaprazlanırsa oluşan F_2 kuşağında her iki özellik de gözlenebilir. Yukarıda görüldüğü gibi F_2 dölünün genotip ayrışım oranı; 1/4 AA, 1/2 Aa, 1/4 aa ya da kısaca 1:2:1 olur. Fenotip oranı ise 3/4 mor çiçekli bezelye, 1/4 beyaz çiçekli bezelye ya da kısaca 3:1 şeklindedir.

Konu ile ilgili aşağıdaki örneği çözelim.

2.5 ÖRNEK

Her ikisi de mor çiçekli, homozigot ve heterozigot iki bezelyenin çaprazlanması ile kaç farklı genotip ve fenotipte yavru oluşabilir?

2.5 ÇÖZÜM



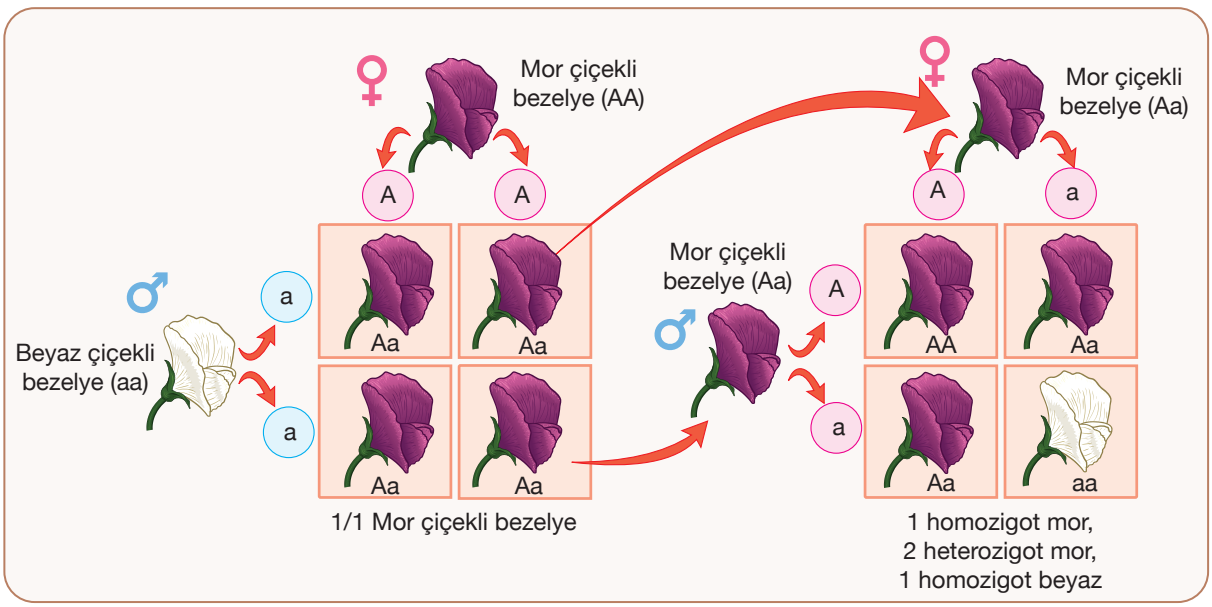
Genotip çeşidi: 2 (AA, Aa), Fenotip çeşidi: 1 (mor çiçekli bezelyeler)

UNUTMAYALIM

Genetik çaprazlama yapılan iki bireydeki karşılıklı heterozigot karakter sayısı "n" olmak üzere fenotip çeşidi 2^n, genotip çeşidi sayısı ise 3^n formülleri ile bulunur.

Genetik çaprazlamaları ve sonuçlarını göstermenin bir diğer yolu da adını İngiliz genetikçi Reginald Punnett'tan (Recinıl Panıt) alan **Punnett karesi** yöntemidir.

Bu yöntemde, dişinin oluşturacağı tüm olası gametler düşey eksene, erkeğin oluşturacağı tüm olası gametler de yatay eksene yazılarak Şekil 2.6'daki gibi kutucuklardan oluşan bir kare elde edilir. Olası gametlerin kesiştiği her kutuya döllenme ile oluşabilecek bir zigot kombinasyonu yazılır. Daha önce Şekil 2.5'te örnek verilen çaprazlama, Şekil 2.6'da bir kez de Punnett karesi ile gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Monohibrit çaprazlamanın Punnett karesi ile gösterimi

Monohibrit çaprazlamada gametlerin şansa bağlı olarak bir araya gelişini göstermek üzere madenî paralar ile yazı tura atılmasını model olarak kullanabiliriz. Bu amaçla aşağıda yer alan "Monohibrit Çaprazlama" isimli etkinliği yapalım.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 2.1

MONOHİBRİT ÇAPRAZLAMA

Amaç: monohibrit çaprazlamanın deneysel sonuçlarını ve Punnett karesi kullanarak beklenen sonuçlarını bulmak ve karşılaştırmak

Araç ve gereçler: her grup için ikişer adet madenî para, asetat kalemi, kâğıt ya da not defteri

UYGULAYALIM

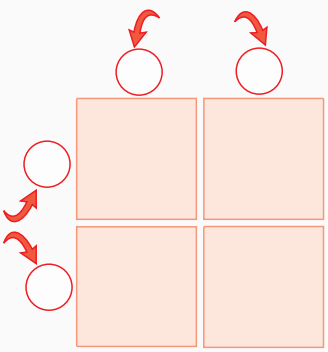
1. Sınıfınızda ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Asetat kalemi ile madenî paraların bir yüzüne "A", diğer yüzüne "a" yazınız. Aşağıdaki tabloyu defterinize çiziniz.

Genotip	Beklenen Olasılık	Sayı (Adet)	Gözlenen Olasılık
AA			
Aa			
aa			

Uyarı: Deneyinizde madenî paralardan biri bir ebeveyni, ikincisi de diğer ebeveyni temsil edecektir. Her iki ebeveyn de heterozigottur (Aa).

A = baskın alel (mor çiçek rengi)

a = çekinik alel (beyaz çiçek rengi)



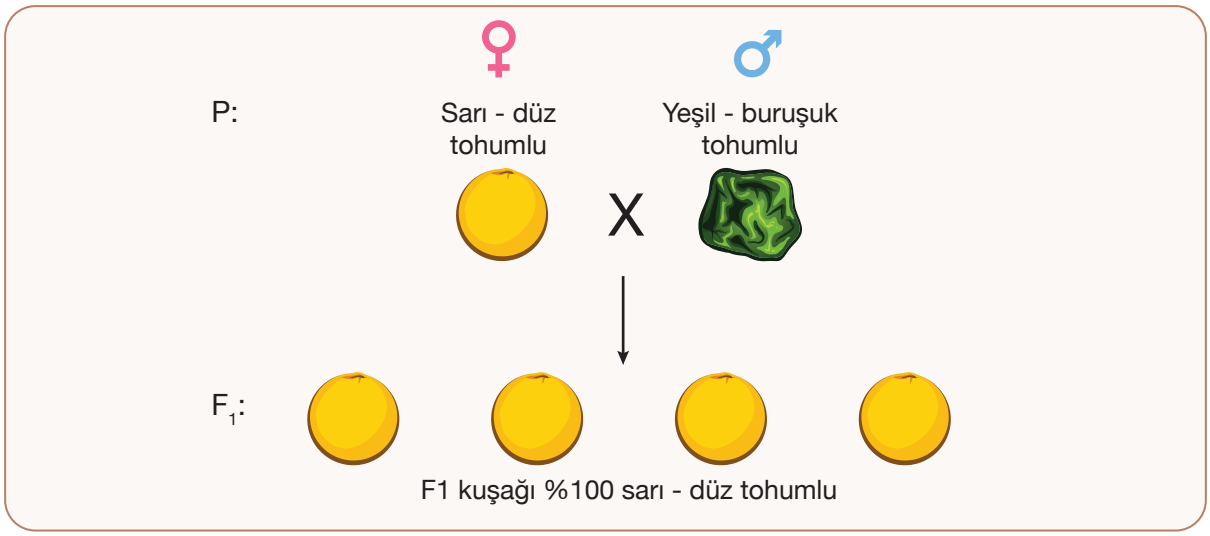
3. Punnett karesini doldurarak beklenen olasılıkları tabloya kaydediniz.
4. Grup arkadaşınızla madenî parayı aynı anda havaya atıp, tutarak üstte kalan yüzeylerinde yazan harfleri not ediniz. Elde ettiğiniz sonuçlar AA, Aa ya da aa şeklinde olabilir.
5. Madenî paraları toplam 50 kez atıp, tutarak sonuçları tabloya kaydediniz. Tablodaki gözlenen olasılık değerlerini hesaplayarak bulduğunuz oranları ilgili kısma kaydediniz.

SONUCA VARALIM

1. Deney sonuçlarınız beklediğiniz olasılık değerlerine yakın mıydı? Varsa farklılığın nedenlerinin ne olabileceğini tartışınız.
2. AA, Aa ve aa sonuçlarının kaydettiğiniz değerleri nelerdir? Bu değerler Mendel'in bulguları ile yakın mıydı?

III. Dihibrit Çaprazlama

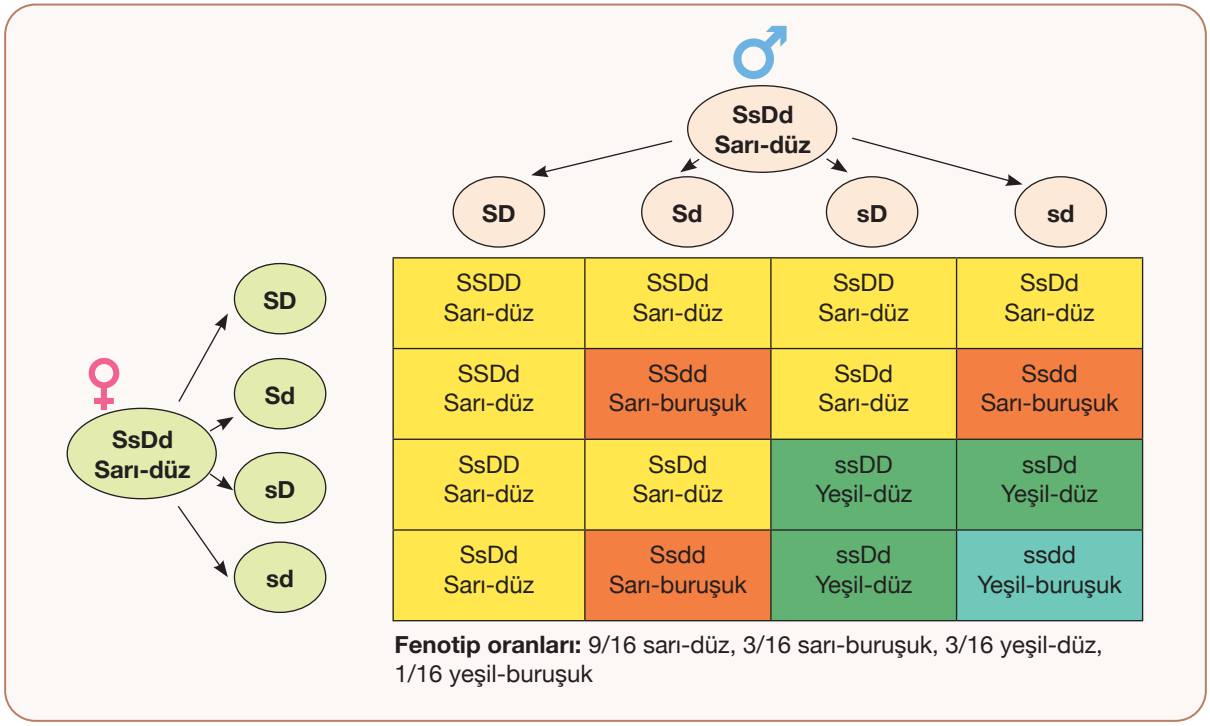
Mendel, bezelyelerde belirlediği yedi karakterden ikisinin kalıtımını birlikte de incelemiştir. Örneğin sarı ve düz tohumlu bezelyeler ile buruşuk ve yeşil tohumlu bezelyeleri çaprazlamıştır. Bu çaprazlamalar sonucunda Şekil 2.7'de görüldüğü gibi tamamı düz ve sarı tohumlu bezelyeler elde etmiştir.



Şekil 2.7: Sarı ve düz tohumlu bezelyeler ile buruşuk ve yeşil tohumlu bezelyelerin çaprazlanması

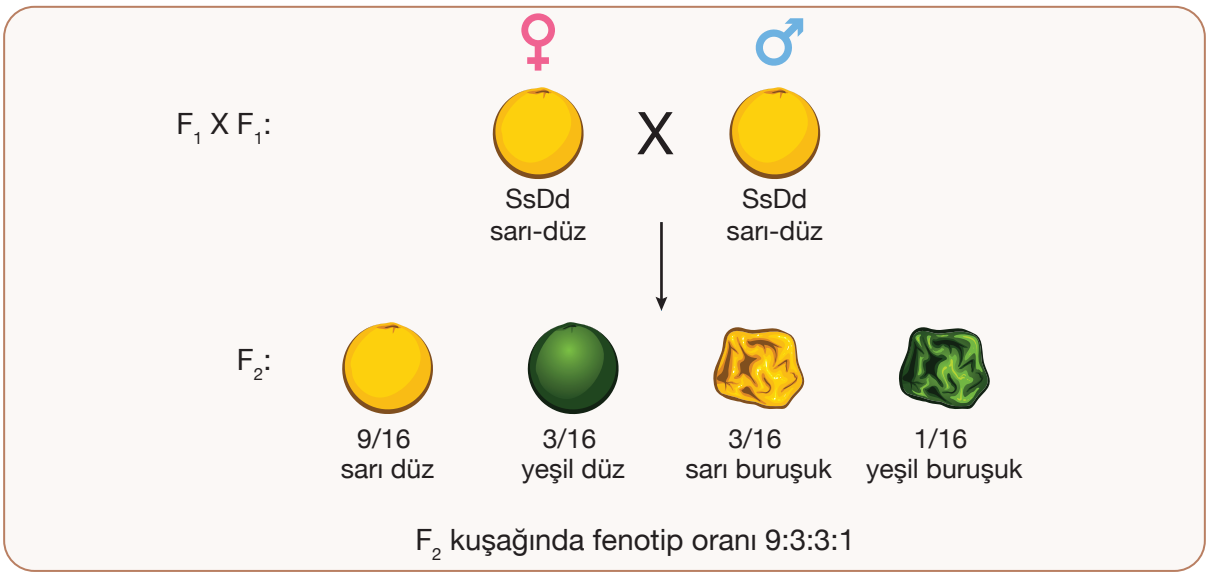
Yukarıda verilen F_1 kuşağından bireylerin kendi aralarında çaprazlanması Şekil 2.8'de görülmektedir.

Buradaki ebeveynlerde olduğu gibi iki karakter bakımından heterozigot olan bireylere **dihibrit**, bunların çaprazlanmasına da **dihibrit çaprazlama** denir. Dihibrit çaprazlama sonucu oluşan F_2 kuşağındaki genotip ve fenotip oranlarını inceleyelim.



Şekil 2.8: Sarı ve düz tohumlu bezelyelerin dihibrit çaprazlanmasının Punnett karesi ile gösterimi

Heterozigot sarı ve düz bezelyelerin çaprazlanması sonucu oluşan F_2 kuşağında fenotip oranları Şekil 2.9'daki gibi özetlenebilir.



Şekil 2.9: Dihibrit çaprazlama sonucu ortaya çıkan F_2 kuşağında fenotip oranları

Dihibrit çaprazlamada yavrularda gözlenmesi beklenen genotip ve fenotip oranlarını öğrendiniz. Şimdi bu sonuçları yine madenî paraları model olarak kullanma yoluyla deneysel olarak test edelim.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 2.2

DİHİBRİT ÇAPRAZLAMA

Amaç: dihibrit çaprazlamanın deneysel sonuçlarını ve Punnett karesi kullanarak olası sonuçları bulmak ve karşılaştırmak

Araç ve gereçler: her grup için lira ve kuruş gibi iki farklı birimden ikişer adet madenî para, kalem, kâğıt ya da not defteri

Uyarı: Deneyinizde iki adet 50 kuruş ve iki adet 1 lira olmak üzere dört adet madenî para kullanacaksınız. Bunlardan 50 kuruş ve 1 lira bir ebeveyndeki gen çiftini, diğer 50 kuruş ve 1 lira ise diğer ebeveyndeki aynı karakterle ilgili gen çiftini temsil edecektir. Aşağıdaki tabloda hangi yüzeyin hangi geni temsil ettiği gösterilmiştir.

	Yazı	Tura
Lira	**Baskın alel**	**Çekinik alel**
	Mor çiçek rengi (A)	Beyaz çiçek rengi (a)
Kuruş	**Baskın alel**	**Çekinik alel**
	Uzun gövde (U)	Kısa gövde (u)

Lira: Çiçek rengi

Kuruş: Bitki boyu

Her iki ebeveyn de heterozigottur:

AaUu = Bir ebeveyndeki gen çiftleri

AaUu = Diğer ebeveyndeki gen çiftleri

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Aşağıdaki tabloyu defterinize çiziniz.
3. Yukarıda verilen ebeveynlerin genotipleri için Punnett karesini kullanarak beklenen genotip oranlarını bulunuz ve tabloya kaydediniz.

1. para	2. para	Sayı (Adet)	Beklenen Oran	Gözlenen Oran
AA	UU			
AA	Uu			
Aa	UU			
Aa	Uu			
AA	uu			
Aa	uu			
aa	UU			
aa	Uu			
aa	uu			

4. Grup arkadaşınızla aynı anda önce birer liralık madenî parayı, daha sonra da kuruşları havaya atıp tutarak paraların üstte kalan yüzeyinde yazı mı yoksa tura mı olduğunu not ediniz. Elde ettiğiniz sonuçlar AaUu, AaUu gibi her iki gen çiftini de içermelidir.
5. Madenî paraları toplam 50 kez atıp, tutarak sonuçları not ediniz. Her bir yazı ve turanın toplam kaç adet geldiğini tabloya kaydediniz. Gözlenen oranları hesaplayarak yukarıdaki tabloda ilgili kısma kaydediniz.
6. Elde ettiğiniz (gözlenen) fenotip oranlarını hesaplayarak yandaki gibi bir tabloya kaydediniz.

Fenotip	Sayı (Adet)
Mor çiçekli - Uzun gövdeli	
Mor çiçekli - Kısa gövdeli	
Beyaz çiçekli - Uzun gövdeli	
Beyaz çiçekli - Kısa gövdeli	

SONUCA VARALIM

1. Elde ettiğiniz genotip ve fenotiplerin oranları nedir?
2. Deney sonuçlarınıza göre elde ettiğiniz genotip oranları beklediğiniz olasılık değerlerine yakın mıydı? Varsa farklılığın nedenlerinin ne olabileceğini tartışınız.

Yukarıdaki etkinlikte Punnet karesi kullanarak dihibrit çaprazlama sonucunda beklenen genotip ve fenotip oranlarını hesapladınız. Bu değerleri deneysel olarak gözlemlediğiniz oranlarla karşılaştırdınız. Mendel, bezelyelerle yaptığı deneyler sonucunda yaptığınız etkinliktekine benzer şekilde matematiksel değerlere ulaşmıştır.

IV. Kontrol Çaprazlaması

Bezelyelerde yedi farklı karakter için baskın ve çekinik alelleri artık biliyoruz. Bir bezelye bitkisi beyaz çiçekliyse genotipinin "aa", yeşil tohumluysa "ss" şeklinde homozigot çekinik olduğunu söyleyebiliriz.

Peki, mor çiçekli ya da sarı tohumlu bezelyelerin genotiplerini belirleyebilir miyiz?

Belirli bir karakter bakımından baskın fenotipte bir bireyin genotipini araştırmak için aşağıdaki etkinliği yapalım.

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

ETKİNLİK 2.3

KONTROL ÇAPRAZLAMASI

Amaç: genotipi bilinmeyen bireylerin genotiplerini bulmak için kontrol çaprazlamasından yararlanmak

Araç ve gereçler: kalem, kâğıt ya da not defteri

UYGULAYALIM

1. Sarı tohumlu olan ancak genotipleri bilinmeyen iki bezelye bitkisi sırasıyla aşağıdaki tabloda verilen bezelyelerle çaprazlanmıştır. Çaprazlama sonuçları tabloda verilmiştir.
2. Tabloyu inceleyiniz. Verilen 1 ve 2 numaralı bezelyelerin genotiplerini bulmak için çaprazlama sonucu oluşan yavruların fenotip oranlarını değerlendiriniz.

Deney	Oluşan Bezelyelerin Fenotip Oranları
Genotipi bilinmeyen 1 numaralı sarı tohumlu bezelye, başka bir sarı tohumlu bezelye ile çaprazlanıyor.	%100 sarı tohumlu
Genotipi bilinmeyen 1 numaralı sarı tohumlu bezelye, yeşil tohumlu bir bezelye ile çaprazlanıyor.	%100 sarı tohumlu
Genotipi bilinmeyen 2 numaralı sarı tohumlu bezelye, başka bir sarı tohumlu bezelye ile çaprazlanıyor.	%75 sarı tohumlu %25 yeşil tohumlu
Genotipi bilinmeyen 2 numaralı sarı tohumlu bezelye, yeşil tohumlu bir bezelye ile çaprazlanıyor.	%50 sarı tohumlu %50 yeşil tohumlu

3. Bulduğunuz sonuçları sınıf arkadaşlarınızın bulduğu sonuçlarla karşılaştırınız. Bilinmeyen genotipleri bulmak için hangi verilerden faydalandığınızı tartışınız.
4. Kesin olarak belirlediğinizi düşündüğünüz bezelyeler için genetik çaprazlamaları Punnett karesi kullanarak gösteriniz.

SONUCA VARALIM

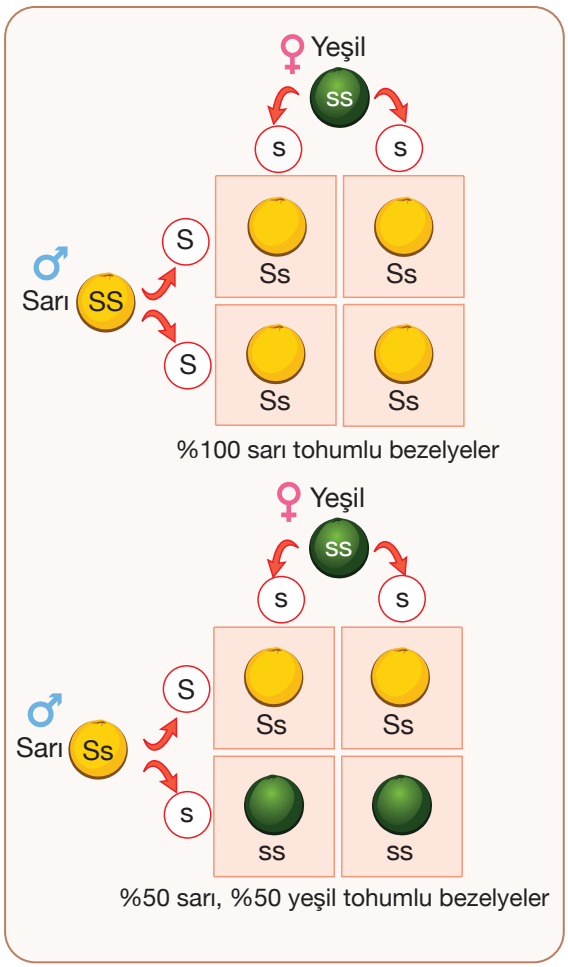
1. Etkinliğinizde incelediğiniz 1 ve 2 numaralı bezelyelerin genotipleri nedir? Hangi fenotipte bezelyelerle çaprazlama sonuçları her iki bezelye bitkisinin de genotipi hakkında bilgi verir?
2. Homozigot mu yoksa heterozigot mu olduğu bilinmeyen bir bireyin genotipinin bulunması için hangi genotipteki bireyle çaprazlanması gerekir?

Belirli bir karakter bakımından baskın fenotipte bir bireyin bu karakter için genotipi kesin olarak bilinemez. Örneğin sarı tohumlu bir bezelyenin heterozigot mu (Ss) yoksa homozigot mu (SS) olduğunu bilemeyiz.

Genotipi saptamanın en etkili yolu, aynı karakter bakımından çekinik özellik gösteren bir başka bireyle çaprazlama yapmaktır. Çaprazlama sonucu oluşan yavruların tamamı baskın fenotipte olursa diğer ebeveynin homozigot baskın olduğunu anlarız. Ancak yavrularda hem baskın hem de çekinik fenotip ortaya çıkarsa bu durumda baskın fenotipe sahip ebeveyn heterozigot olmak zorundadır.

Genotipi bilinmeyen bir bireyin genotipini bulmak için homozigot çekinik bir bireyle çaprazlanmasına **kontrol** ya da **test çaprazlaması** adı verilir.

Yaptığınız etkinlikteki sarı tohumlu bezelye için kontrol çaprazlamasının olası sonuçları Şekil 2.10'da görüldüğü gibidir. Kontrol edilen bezelye sarı renkli olduğuna göre bu bezelyenin sahip olduğu alellerden biri "S" olmalıdır. Bu bezelye, genotipini kesin olarak bildiğimiz yeşil tohumlu bezelye ile çaprazlanmıştır. F_1 kuşağında hem sarı hem de yeşil bezelyelerin oluşması, "ss" genotipinin ortaya çıktığını gösterir. Bu durumda bilinmeyen genotip "Ss" olmalıdır. Eğer F_1 kuşağında sadece sarı bezelyeler oluşuyorsa bilinmeyen alel "S" olmalıdır. Konu ile ilgili aşağıdaki örneği çözelim.



Şekil 2.10: Kontrol çaprazlamasında gözlenebilecek iki farklı durumun Punnett karesi ile gösterimi

2.6 ÖRNEK

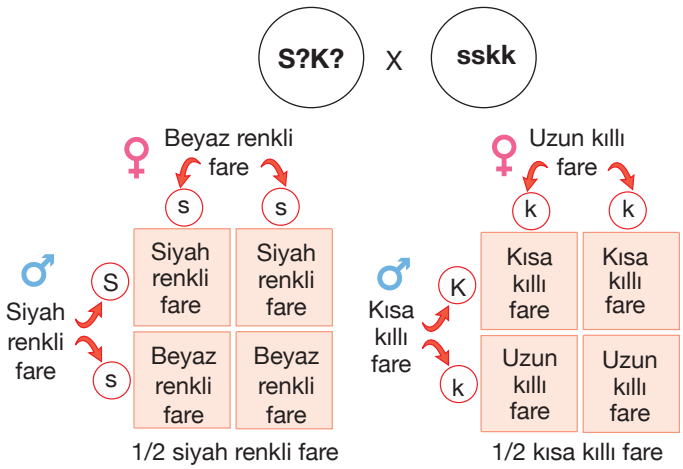
Farelerde siyah renk (S) beyaz renge (s); kısa kıllılık (K) ise uzun kıllılığa (k) dominanttır. Siyah ve kısa kıllı bir farenin kontrol çaprazlaması sonucu 1/4 oranında beyaz ve uzun kıllı fareler meydana geliyor.

Kontrol çaprazlaması sonucunda siyah ve kısa kıllı farelerin oranı ne olur?

2.6 ÇÖZÜM

Yanda verilen çaprazlama sonucu 1/4 oranında çekinik fenotipte yavruların meydana gelmesi, bilinmeyen alellerin çekinik olduğunu gösterir. Genotipi bilinmeyen ebeveyn her iki karakter bakımından da heterozigottur.

Yapılan kontrol çaprazlamasını kıl rengi ve uzunluğu için yandaki gibi ayrı ayrı Punnett karesi ile gösterelim. Meydana gelen oğul döllerdeki siyah ve kısa kıllı farelerin oranı 1/2 X 1/2 = 1/4 olarak hesaplanır.



Buraya kadar genetiğin birçok organizmada gözlenen çeşitli özelliklere uygulanabilen temel ilkelerini öğrendiniz. Ancak genotip ve fenotip arasındaki ilişki her zaman bu kadar basit değildir. 20. yüzyılda bilim insanları, Mendel genetiği ile tam olarak açıklanamayan daha karmaşık genetik olaylar keşfetmişlerdir.

Şimdi, Mendel ve sonrasında elde edilen bilgilerin ışığında kalıtımla ilgili daha ileri konuları ele alabiliriz.

C. Mendel Genetiğinden Ayrılmalar

Mendel'in incelediği kalıtsal özellikler, sadece tek bir karakter için baskın ve çekinik alellerle belirlenmekteydi. Mendel'in çalışmalarından sonra keşfedilen pek çok kalıtım modeli, baskın ve çekinik alellerin kalıtım ilkelerine uymamaktadır.

Mendel ilkelerinden ayrılan bazı durumları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Aleller tam anlamı ile baskın veya çekinik tanımına uygun değilse **eş baskınlık** söz konusudur.
- Bir gen ikiden fazla alele sahipse **çok allellilik** söz konusudur.

Şimdi, bu kalıtım özelliklerine uyan durumları inceleyelim.

I. Eş Baskınlık

İnsanlarda A-B-O ve Rh sistemlerinin yanı sıra bir de M-N kan grubu sisteminin olduğunu biliyor muydunuz?

Kan alışverişlerinde diğerleri kadar önem arz etmediğinden bu sisteme göre kan grubumuzu pek bilmeyiz. M-N kan grubu sistemi, kırmızı kan hücrelerinin yüzeyinde bulunabilen iki protein çeşidi ile ilgilidir.

M kan grubundan insanlarda bu proteinlerden biri, N kan gruplarında ise diğeri bulunur.

MN kan grubu insanlarda ise her iki protein birden vardır. Bunların genotip ve fenotipleri Tablo 2.3'te görüldüğü gibidir.

Burada üçüncü fenotip olan MN kan grubu, iki genin birbirine tam baskınlığı olmadığını göstermektedir. Genin allelerinin fenotipteki etkisinin birbirine eşit olmasına **eş baskınlık** adı verilir.

Yukarıdaki duruma benzer şekilde, insanda A-B-O kan grubu sisteminde de eş baskınlık vardır. Bu kan grubu sisteminde birden fazla alel söz konusu olduğundan A-B-O kan grubu sistemini çok allellilik başlığı altında inceleyeceğiz.

Genotip	Fenotip
MM	M kan grubu
NN	N kan grubu
MN	MN kan grubu

Tablo 2.3: M-N kan grubu sistemi ile ilgili genotip ve fenotipler

UNUTMAYALIM

M ve N antijenlerine karşı insan serumunda antikorlar meydana gelmediğinden kan naklinde herhangi bir sorun söz konusu olmaz.

II. Çok Allellilik

Buraya kadar bir karakteri kontrol eden bir çift genin bulunduğu genetik çaprazlamaları inceledik. Mendel'in bezelyelerde incelediği karakterlerin her biri için ikişer alel bulunduğunu biliyorsunuz. Fakat birçok karakter için ikiden fazla alel çeşidi vardır. Normalde bir bireyde bu allellerden sadece ikisi bulunur.

İnsanlarda A-B-O kan grubu sistemi, bir karaktere ait ikiden çok alelin bulunmasına örnek olarak verilebilir. Bu karakterler için A, B ve O olmak üzere üç farklı alel vardır. Bu alellerin ikili kombinasyonlarıyla bir insanın kan grubu fenotipi A, B, AB ya da O olabilir. A ve B harfleri, kırmızı kan hücrelerinin yüzeyinde bulunabilen iki farklı antijeni ifade etmektedir. Bir insanın kan hücrelerinde bu antijenlerden biri ya da her ikisi birden bulunabileceği gibi hiçbir antijen de bulunmayabilir.

Görüldüğü gibi bir insanda iki alel bulunabileceğinden üç çeşit gen için altı olası kan grubu genotipi vardır.

UNUTMAYALIM

Diploit bir bireyde sadece iki alel bulunabilir.

Bir karakterin A_1, A_2, A_3, A_4 ... A_n şeklinde alelleri olduğunu varsayalım.

Diploit bireyde bunlardan sadece ikisi (A_1A_2, A_1A_4, A_2A_3 ... gibi) bulunabilir.

Haploit bireylerde ise bu alellerden sadece biri (A_1, A_2, A_3, A_4 ... gibi) bulunabilir.

A ve B alelleri O aleline baskındır. Bu nedenle AA ve AO genotipindeki bireyler A kan grubundadır. BB ve BO genotipindeki bireyler ise B kan grubuna sahiptir. Homozigot çekinik genotipli (OO) bireyler O kan grubuna sahiptir. A ve B alelleri birbirine eş baskındır. AB genotipindeki bireylerin fenotipinde her iki alel de etkisini gösterir ve bunların kan grubu AB olur.

İnsanda kan gruplarına ait genotip ve fenotip özelliklerini Tablo 2.4 üzerinde inceleyelim.

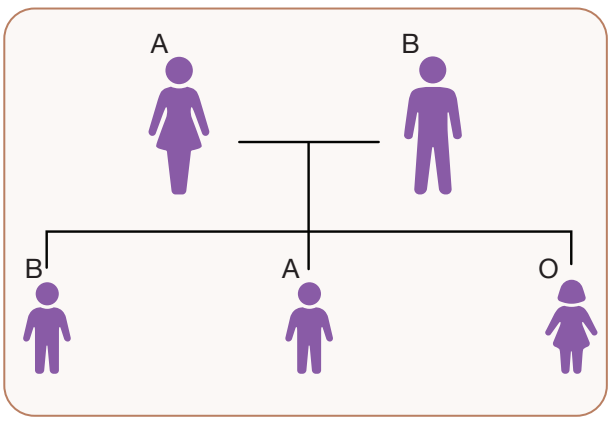
Kan Grubu Fenotipi	Kırmızı Kan Hücresi Yüzeyindeki Antijen	Kan Plazmasındaki Antikor	Antikor ile Reaksiyonlar		Genotip
			Anti-A	Anti-B	
A	A	Anti-B	+	–	AA ya da AO
B	B	Anti-A	–	+	BB ya da BO
AB	A ve B	–	+	+	AB
O	–	Anti-B ve Anti-A	–	–	OO

Tablo 2.4: İnsanda A-B-O kan grubu sisteminde genotipik ve fenotipik özellikler

Şekil 2.11'de verilen anne ve babanın kan grubu genotiplerini bulabilir misiniz?

Kan grubu alelleri arasındaki baskınlık ve çekiniklik özelliğini bilirsek kan gruplarının kalıtımı ile ilgili problemleri çözebiliriz. Örneğin Şekil 2.11'de görülen O kan grubuna sahip çocukları olan ebeveynlerden her ikisi de çocuğa bir O aleli vermek zorundadır. Bu nedenle kan grubu bakımından annenin genotipi AO, babanın genotipi BO'dır.

Konuyla ilgili aşağıdaki örneği kendimiz çözelim ve daha sonra verilen çözümü inceleyelim.



Şekil 2.11: Bir ailedeki bireylerin kan grubu fenotipleri

2.7 ÖRNEK

A kan grubu bir kadınla B kan grubu bir erkeğin birinci çocukları O kan grubudur.

Bu ailenin AB kan grubuna sahip bir çocukları olma olasılığı nedir?

2.7 ÇÖZÜM

♀ A? X ♂ B?

Yukarıda verilen çaprazlamanın sonucunda O kan grubu çocuk olması için "O" ve "O" alelleri bir araya gelir. Bu durumda bilinmeyen alellerin her biri "O" olmalıdır.

Şimdi AO x BO çaprazlamasının sonucunda AB kan grubuna sahip çocuk olma olasılığını araştıralım.

Yukarıda verilen Punnett karesine göre genotip oranları

1/4 AB, 1/4 AO, 1/4 BO, 1/4 OO şeklindedir.

Görüldüğü gibi doğacak bir çocuğun AB kan grubu olma olasılığı 1/4 'tür.

♀ \ ♂	A	O
B	AB	BO
O	AO	OO

Kan grupları ile ilgili olarak edindiğimiz bilgilerin ışığında aşağıdaki etkinliği yapalım.

ETKİNLİK 2.4

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

KAN GRUPLARI

Amaç: kan gruplarında çok alellilik ve eş baskınlık ile ilgili verilen bilgileri kullanarak olası genotipleri bulmak

Araç ve gereçler: kalem, kâğıt ya da not defteri

UYGULAYALIM

1. Aşağıdaki tabloyu defterinize çiziniz.

Ebeveynler	Kan Grubu Fenotipi	Olası Kan Grubu Genotipleri	Çocukların Olası Kan Grubu Fenotipleri	Çocukların Olası Kan Grubu Genotipleri
1. Anne	B			
1. Baba	AB			
2. Anne	B			
2. Baba	A			
3. Anne	B			
3. Baba	O			
4. Anne	AB			
4. Baba	AB			

2. Tabloda 4 farklı çiftin kan grupları verilmiştir. Ebeveynlerin ve bunların doğacak çocuklarının olası genotipleri ile bu çocukların kan gruplarını bularak tabloya kaydediniz.

Yaptığınız etkinlikte A-B-O kan grubu sistemi ile ilgili problemler çözdünüz. İnsanlarda alyuvarların yüzeyinde bulunan bir başka antijen de Rh faktörüdür. Bir insanın Rh faktörü bulundurup bulundurmaması kan nakillerinde önemlidir.

Rh faktörünün varlığı ilk kez 1940-1941 yıllarında ortaya çıkmıştır. İnsan kanı ile maymun kanı arasındaki benzerlikleri araştıran bilim insanları, Rhesus (Resus) maymunundan alınan alyuvarları tavşana enjekte etmişler ve tavşanın kanında alyuvarlara karşı antikor üretildiğini görmüşlerdir. Antikor içeren tavşan kanının serumu alınıp farklı insanlara ait kan örnekleriyle karıştırılmış ve sonuç olarak karıştırılan insan kanlarından bir kısmında çökelme olduğu gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalar, insan kanında Rhesus maymununun alyuvarlarında bulunan bir antijen bulunduğunu göstermektedir. Bu antijen, ilk olarak Rhesus maymununda bulunmuş olmasından dolayı Rh antijeni olarak adlandırılmıştır.

Bir insanın kanında Rh antijeni bulunuyorsa bu insan Rh (+), bulunmuyorsa Rh (–) kan grubundandır. Rh faktörünü belirleyen gen "R" simgesiyle gösterilir. Kan grubu Rh (+) olan bireylerin genotipi RR ya da Rr'dir. Rh (–) olanların genotipi ise rr'dir. Rh kan grubunun genotip ve fenotipleri Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

	Genotip	Fenotip (Kan Grubu)
Homozigot	RR	Rh (+)
	rr	Rh (–)
Heterozigot	Rr	Rh (+)

Tablo 2.5: Rh kan grubu sisteminde genotip ve fenotipler

Rh (–) kan gruplu bir anne, Rh (+) kan gruplu bir bebeğe gebe kalırsa anne ve bebek arasında **Rh uyuşmazlığı (kan uyuşmazlığı)** gelişebilir. Doğum sırasında bebekten anne kanına geçen Rh antijenleri nedeniyle anne kanında Rh antikorları üretimi başlar.

Rh uyuşmazlığı annenin ilk gebeliğinde genellikle bir sorun oluşturmaz. Fakat sonraki gebeliklerde bebek Rh (+) kan gruplu ise annede ilk gebelikte oluşan antikorlar bebeğin kanına karışarak Rh uyuşmazlığına bağlı sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına sebep olur. Rh antikorları bebekte kan hücrelerinin parçalanmasına neden olur. Alyuvarların parçalanma oranına göre bebek ya ölü doğar ya da belli hasarlara bağlı olarak düşük olur.

2.8 ÖRNEK

Heterozigot Rh (+) bir erkek ile Rh (–) bir kadının birinci çocukları Rh (+) kan grubuna sahiptir.

Bu çiftin ikinci çocuklarında anne ile bebek arasında kan uyuşmazlığı görülme olasılığı nedir?

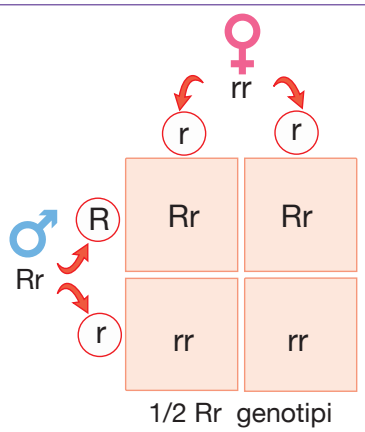
SIRA SİZDE

İnsanda hem A-B-O hem de Rh sistemleri bakımından toplam kaç çeşit kan grubu genotipi ve fenotipi yazılabilir?

2.8 ÇÖZÜM

Soruda verilen babanın genotipi "Rr"; annenin genotipi "rr"dir. Birinci çocuğuna hamile olan annenin kanında, bebeğin kanındaki Rh antijenine karşı antikor üretilir. Bu çiftin ikinci çocukları Rh (+) olursa annede meydana antikorlar bebeğe geçerek onun kan hücrelerini tahrip edecektir.

İkinci çocuğun Rh (+) kan grubuna sahip olma olasılığı yanda verilen Punnett karesinde görüldüğü gibi 1/2 olarak bulunur.



1/2 Rr genotipi

Ç. Kalıtımın Kromozomal Teorisi

Mikroskobun keşfi ile hücre bölünmesinin izlenebilmesi ve kromozomların gözlenmesi mümkün olmuştur. Bu keşifler, genetik biliminin hızlı bir şekilde gelişmesine katkıda bulunmuştur.

1902 yılında Walter Sutton (Voltır Sadın) ve Theodor Boveri (Tiyodor Baveri) isimli bilim insanları, Mendel'in belirttiği kalıtım faktörleri ile kromozom hareketlerinin ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Bu bilim insanlarının birbirinden bağımsız çalışmaları ile **kalıtımın kromozomal teorisi** ya da diğer adıyla **gen-kromozom teorisi** ortaya konmuştur. Bu teoriye göre genler, kromozomlar üzerinde **lokus** adı verilen bölgelerde bulunan kalıtım birimleridir.

Daha önce değindiğimiz gibi homolog kromozomların her biri üzerinde bir genin iki aleli bulunur. Bu genler, normal bir mayoz bölünme ile birbirinden ayrılarak gametlere eşit olarak geçer. Bağımsız ayrılan ve gametlere dağılan ise kromozomun kendisidir.

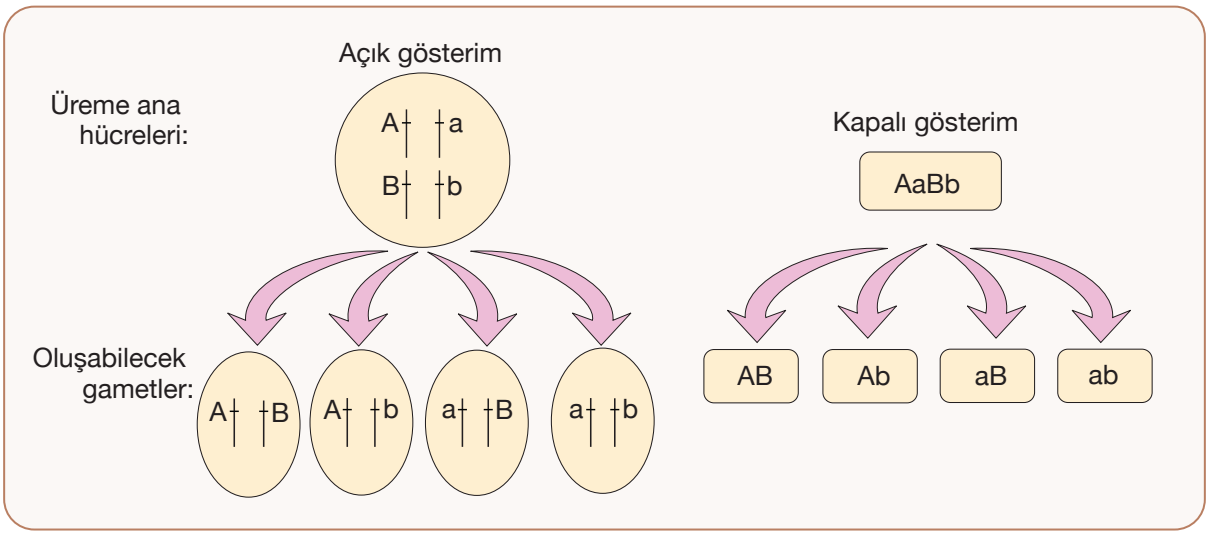
- Homolog kromozomların mayozdaki rolü nedir?
- Bir genin alelleri, mayoz sırasında kromozomlara nasıl dağılır?

Yukarıdaki soruları mayoz bölünme ile ilgili öğrendiğiniz bilgiler ve çeşitli kaynaklardan yapacağınız araştırmalarla yanıtlayınız. Verdiğiniz yanıtları sınıfınızda tartışınız.

I. Bağımsız Genler

İki gen aynı kromozomda ya da farklı kromozomlar üzerinde bulunabilir. AaBb genotipinde bir hücreyi ele alalım. Mendel ilkelerine göre bu hücreden hem AB hem de Ab genotipinde gametler oluşabilir. Bu da A ve B alellerinin birbirinden bağımsız olarak hareket ettiğini gösterir. Mendel ilkelerine göre dihibrit çaprazlamada, dört çeşit fenotipin gözlenmesi için genlerin aynı kromozom üzerinde bulunmaması gerekir.

Mayoz bölünmede homolog kromozomların birbirinden ayrılarak gametlere hareket ettiğini hatırlayalım. Genlerin gametlere dağılması kromozomların mayozdaki hareketi ile olur. Bu durumu Şekil 2.12'deki gibi gösterebiliriz.



Şekil 2.12: Dört farklı gen kombinasyonun oluşması için tohum renginden sorumlu genler ile tohum yapısından sorumlu genlerin farklı kromozomlar üzerinde bulunması gereklidir.

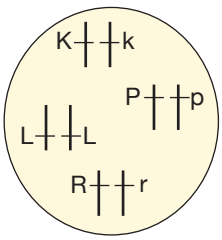
Konuyla ilgili aşağıdaki örneği kendimiz çözelim ve daha sonra verilen çözümü inceleyelim.

2.9 ÖRNEK

Kk Pp LL Rr genotipindeki bir birey kaç çeşit gamet oluşturabilir? KPLR genotipinde gametlerin meydana gelme oranı nedir? (Genler farklı kromozomlar üzerindedir.)

2.9 ÇÖZÜM

Soruda verilen genlerin kromozom üzerindeki şematik gösterimi aşağıdaki gibidir:



Genler farklı kromozomlar üzerinde olduğundan gamet çeşidi sayısı

$2^n = 2^3 = 8$ (n = heterozigot sayısı)

olarak hesaplanır.

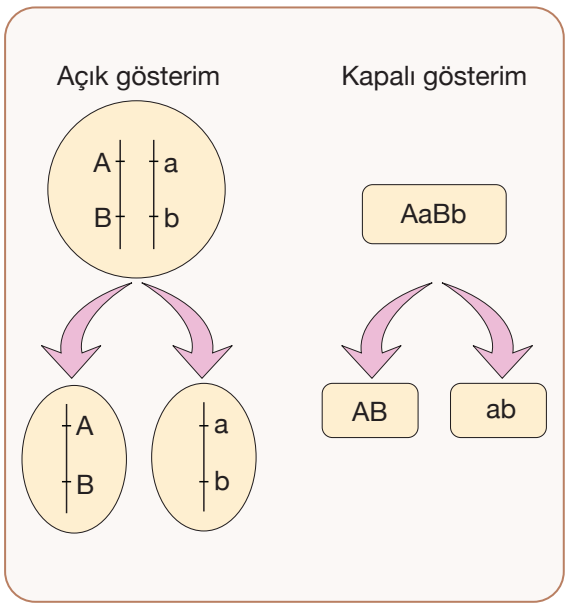
KPLR genotipinde bir gamet oluşma olasılığı, her genin olasılığı ayrı ayrı bulunup çarpılarak hesaplanabilir:

K ⟶ 1/2 P ⟶ 1/2 L ⟶ 1 R ⟶ 1/2

KPLR gametinin oluşma olasılığı; 1/2 X 1/2 X 1 X 1/2 = 1/8 olarak bulunur.

II. Bağlı Genler

Çeşitli organizmalarla yapılan çalışmalar; belirli genlerin Mendel'in bağımsız açılım kuralına göre aktarılmadığını, bu genlerin gametlere birbirine bağlı olarak yani birlikte hareket ettiğini ortaya koymuştur. Ayrıntılı çalışmalarla bu genlerin aynı kromozomlarda bulunduğu ve bunların gerçekte tek bir birim olarak aktarıldığı gösterilmiştir. Bir kromozom üzerinde çok sayıda gen bulunabildiğini artık biliyoruz. Aynı kromozom üzerinde bulunan ve tek birim hâlinde kalıtılan bu genlere **bağlı genler** adı verilir. Eğer krossing over olmazsa bağlı genler gametlere birlikte gider.



Şekil 2.13: Aynı kromozom üzerinde yer alan genler, mayoz sırasında birlikte hareket eder.

Şekil 2.13'te görülen A ve B genleri ile a ve b genleri mayoz bölünmede gametlere birlikte hareket eder. Bu durumda, verilen genotipe sahip bir hücrenin oluşturacağı gametlerin genotipi AB ya da ab şeklinde olacaktır. Krossing over olmadığı sürece Ab ya da aB genotipinde gametler oluşması beklenmez.

Bağlı genlerin söz konusu olduğu karakterlerle ilgili çaprazlamalar klasik Mendel ilkelerine uymaz. Bu konuyu bir örnekle daha iyi kavramaya çalışalım.

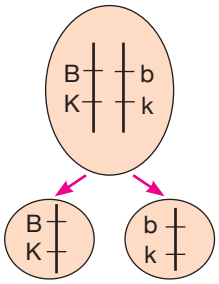
2.10 ÖRNEK

Tavşanlarda bir alel çifti kılların rengini, diğer bir çift de tüylerin uzunluğunu belirlemektedir. Bunlardan baskın B geni benekli renkliliği, çekinik b geni de düz renkliliği; baskın K geni kısa tüylülüğü, çekinik k geni de uzun tüylülüğü meydana getirmektedir. B ve K genleri bir homolog kromozom, bunların alelleri olan b ve k genleri ise diğer homolog kromozom üzerinde taşınmaktadır.

Yukarıda verilen bilgilere göre her iki karakter bakımından da heterozigot bir tavşanın oluşturabileceği gamet çeşidi sayısını bulunuz. (Krossing over gerçekleşmiyor.)

2.10 ÇÖZÜM

Soruda verilen genotip, yanda gösterilmiştir.



Genler aynı kromozom üzerinde (bağlı genler) ise bunlar tek bir heterozigot olarak kabul edilir.

Gamet çeşidi sayısı,

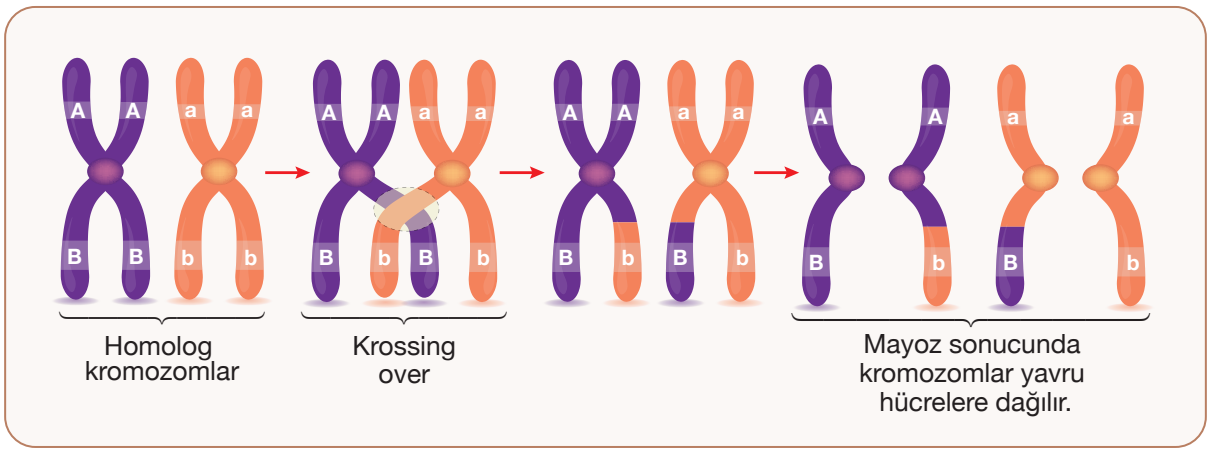
$2^1 = 2$

olarak hesaplanır.

III. Krossing Over ve Kromozom Haritaları

Mayoz bölünme sonucu oluşan gametlerde bağlı genlerin her zaman bir arada kalmadığı gözlenir. Mayoz bölünmenin profaz I evresinde, kromozomlardan kopan parçaların karşılıklı olarak yer değiştirebildiğini hatırlayalım. Krossing over adı verilen bu olayda alellerin yeniden dizilişi gerçekleşir. Buna **rekombinasyon** adı verilir.

Şekil 2.14'te verilen örnekte homolog kromozom çiftinden birisi A, B genlerini; diğeri ise bunların alelleri olan a, b genlerini taşımaktadır. Eğer krossing over olmazsa gametlere A ile B ve a ile b genleri bir arada gidecektir. Şekil 2.14'te görüldüğü gibi parça değişiminin olduğu kromozom kısmında B ve b genleri bulunmaktadır. Parça değişimi gerçekleşirse bu durumda gametlere A geni ile b geni ya da a ile B geni birlikte geçebilecektir. Böylece dört tip gamet ve bu gametlere bağlı olarak da dört farklı fenotip oluşabilecektir. Bu durum, krossing over olayının genetik çeşitliliği nasıl artırdığını açıklar.

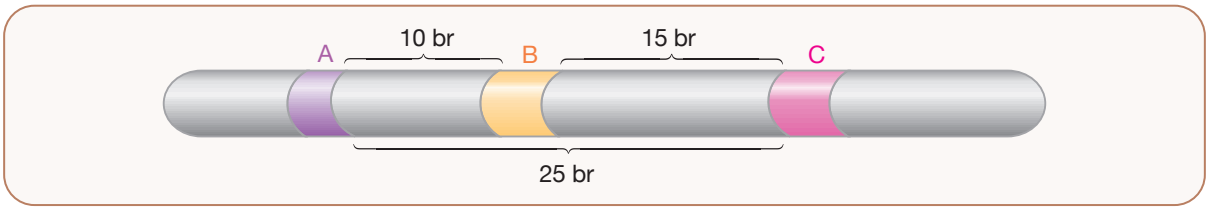


Şekil 2.14: Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında krossing over gerçekleştikten sonra bu kromatitlerde gen dizilimi değişir.

Bir kromozom üzerindeki herhangi iki gen arasındaki krossing over derecesi, bu genler arasındaki uzaklık ile doğru orantılıdır. Diğer bir deyişle iki gen arasındaki uzaklık ne kadar fazla ise bu genlerin krossing over ile birbirlerinden ayrılma olasılıkları o kadar fazladır. Bu ilişki, genlerin kromozom üzerindeki göreceli yerleşimlerini belirten kromozom haritalarının oluşturulmasına olanak sağlar.

Kromozom haritalarında krossing over yüzdeleri, genler arası uzaklığın bir ölçüsü olarak birim (br) şeklinde ifade edilmektedir. Örneğin A, B, C genleri bir kromozom üzerinde bulunan bağlı genler olsun. A ve B genleri arasında %10 oranında krossing over gerçekleştiğini varsayalım. Burada A ve B genleri arasında 10 birim uzaklık olduğunu söyleyebiliriz. Sırasıyla A ve C genleri arasında %25, B ile C genleri arasında da %15 krossing over olasılığı olsun.

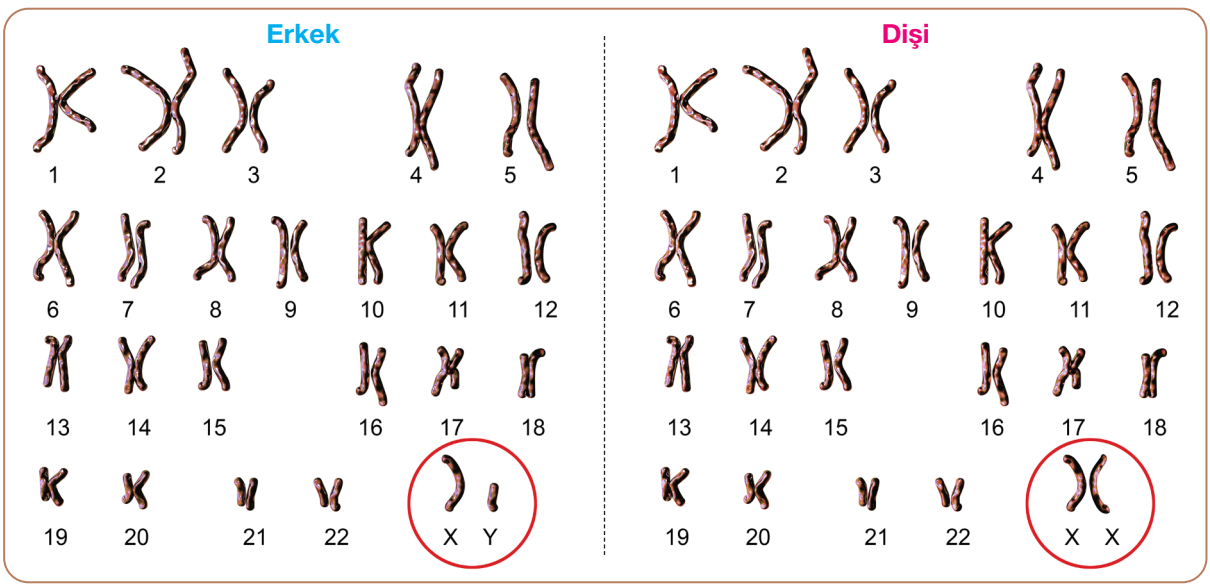
Bu verilere göre B, A genine C'den daha yakındır ve B'nin kromozom üzerindeki yerleşimi iki genin arasında olmalıdır. Dolayısıyla bu genlere ilişkin kromozom haritası Şekil 2.15'te gösterildiği gibi olmalıdır.



Şekil 2.15: Kromozom haritaları, genler arasındaki oranlar kullanılarak çizilir. Burada harita birimleri, genler arasındaki uzaklıkların göreceli bir ölçümüdür.

IV. Eşeye Bağlı Kalıtım

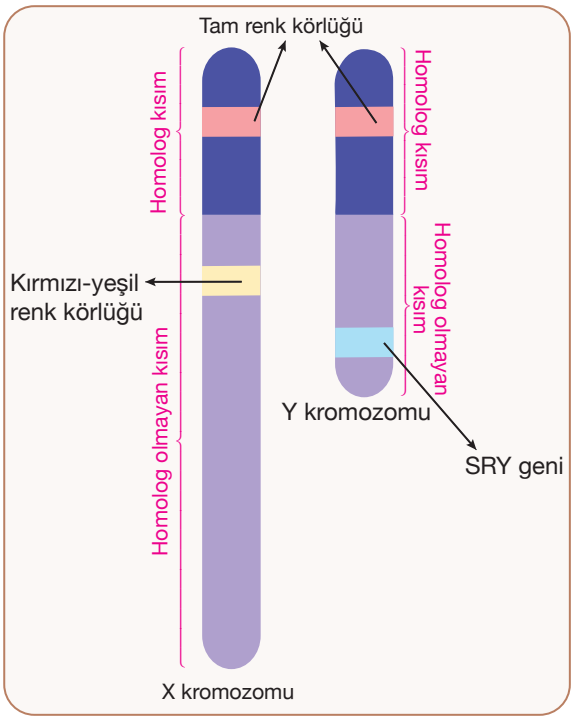
İnsanda cinsiyeti belirleyen kromozomların XX veya XY şeklinde adlandırıldığını hatırlayınız. Sadece göz rengi ve kan grubu gibi vücut özelliklerinden sorumlu olan kromozomlara **otozom** (vücut kromozomları), dişi ve erkekte tam olarak homolog olmayan bir çift kromozoma ise **gonozom** (eşey kromozomları) denir. Y kromozomundaki çoğu gen eşeye bağlı özellikleri belirlerken X kromozomunda eşeyle ilişkili olmayan birçok karakter için genler de vardır. Erkek ve dişilerde gözlenen çok sayıda anatomik ve fizyolojik farklılığın kromozomal bir temeli vardır. Şekil 2.16'da insanda otozom ve gonozomları gösteren karyotip verilmiştir.



Şekil 2.16: İnsanda otozom ve gonozomlar

Eşey kromozomları, eşeyi belirlemenin yanı sıra eşeyle ilgili olmayan pek çok karakterle ilgili genleri de taşır. Otozomlarda kalıtılan bir özellik, dişi ve erkekte aynı kurallara göre kalıtılırken gonozomlarda taşınan özellikler için durum böyle değildir. Gonozom çeşitlerindeki farklılıktan dolayı eşeye bağlı kalıtılan özellikler dişi ve erkeklerde farklı oranlarda ortaya çıkar. Eşey kromozomlarıyla dölden döle taşınan genlerin oluşturdukları karakterlere **eşeye bağlı karakterler** denir.

Bildiğiniz gibi insanda, erkek uzun bir X ve kısa bir Y kromozomu taşırken dişilerde aynı yapıda iki X kromozomu bulunur. X ile Y kromozomunun homolog olmayan bölgeleri vardır. X kromozomu üzerindeki pek çok genin Y kromozomu üzerinde aleli yoktur. Şekil 2.17'de X ve Y'nin homolog olan ve olmayan bölgelerinde taşınan genlere örnekler verilmiştir. Y kromozomunun X ile homolog olmayan bölgesinde ise cinsiyet belirleyici **SRY** geni bulunur. SRY geni erkekte cinsiyetin belirlenmesinde daha anne karnındayken üreme organlarının gelişimini uyararak birinci derecede rol oynamaktadır.



Şekil 2.17: X ve Y'nin homolog olan ve olmayan bölgelerinde taşınan bazı genler

Eşeye bağlı karakterlerin de gelişimi erkek ve dişi eşey organlarından salgılanan hormonlarla meydana geldiği için bu kromozomlar ikincil eşeysel karakterlerin gelişiminde de rol oynar.

a. X Kromozomuna Bağlı Kalıtım

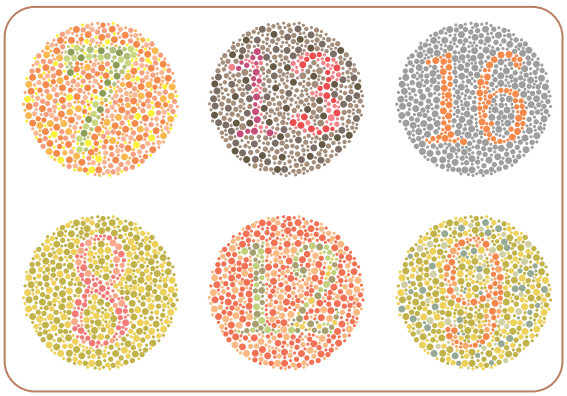
X kromozomunda bulunan ve çekinik alelle taşınan bir özellik düşünelim. Bir dişi sadece homozigot durumda bu özelliği fenotipinde gösterebilir. Erkeklerde ise durum farklıdır. Annesinden çekinik aleli alan her erkek bu özelliği fenotipinde gösterir. Bu nedenle X'e bağlı kalıtılan özelliklere, erkeklerde dişilere göre daha sık rastlanır.

Renk körlüğü ve hemofili insanlarda X kromozomunda taşınan ve eşeye bağlı olarak ortaya çıkan kalıtsal hastalıklardır.

Renk körlüğü: X'e bağlı kalıtım gösteren genetik bozukluklardan biridir. Gözümüzün iç yapısında, kırmızı, yeşil ve mavi rengi algılayan üç çeşit reseptör (algılayıcı hücre) bulunur. Bunlardan en az birinin bozukluğunda belirli renkler ayırt edilemez.

Renk körlüğü, kısmi ve tam renk körlüğü olmak üzere iki çeşittir. Tam renk körlüğünde kişide tüm renkleri algılayan hücreler bozuktur ve hiçbir renk algılanamaz. Çok nadir olarak ortaya çıkar. Kısmi renk körlüğünün ise çeşitli tipleri vardır. Mavi renk körlüğü nadiren görülen bir renk körlüğü tipidir. En yaygın görülen kısmi renk körlüğü, kırmızı-yeşil renk körlüğüdür. Bu bozukluğa sahip bireyler kırmızı ve yeşil renkleri ayırt edemezler.

Renk körlüğü basit renk ayrım testleri ile saptanabilir. Şekil 2.18'de bu amaçla kullanılan kartlardan bazıları görülmektedir. Normal görüşlü bireyler kartta "7" rakamını okurken kırmızı-yeşil renk körleri bu rakamı okuyamaz.



Şekil 2.18: Renk körlüğünün belirlenmesinde renk kartları kullanılır.

Kısmi renk körlüğünün ortaya çıkması, X kromozomu üzerinde bulunan çekinik bir alelin varlığına bağlıdır. Bir kadının renk körü olabilmesi için bu alelin iki kopyasını da taşıması yani homozigot olması gerekir. Heterozigot bir dişi, bu özelliğin genini taşımasına rağmen normal görüşe sahip olacaktır. Erkeklerin ise renk körü olması için söz konusu alelin tek kopyasını bulundurması yeterlidir. Çünkü ilgili genin etkisini kapatacak homolog kromozom bölgesi erkeklerde yoktur. Dolayısıyla kısmi renk körlüğü dişi ve erkeklerde farklı oranlarda ortaya çıkan bir özelliktir.

Renk körlüğüne neden olan gen "X^r" şeklinde gösterilir. Renk körlüğünde dişilerde üç, erkeklerde ise iki farklı genotip söz konusudur. Bunlar Tablo 2.6'da verilmiştir.

Renk körlüğü ile ilgili olarak aşağıdaki örneği inceleyelim.

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	X^RX^R	Normal görüşlü
	X^RX^r	Normal görüşlü (Taşıyıcı)
	X^rX^r	Renk körü
Erkek	X^RY	Normal görüşlü
	X^rY	Renk körü

Tablo 2.6: Dişi ve erkeklerde renk körlüğü genotip ve fenotipleri

2.11 ÖRNEK

Renk körü bir kadın ile normal görüşlü bir erkeğin kız ve erkek çocuklarının renk körü olma olasılığı nedir?

UNUTMAYALIM

Bir erkeğin renk körü olup olmaması, annesinin genotipine bağlıdır. Erkek çocuk renk körü ise annesi renk körlüğü genini taşır veya renk körüdür.

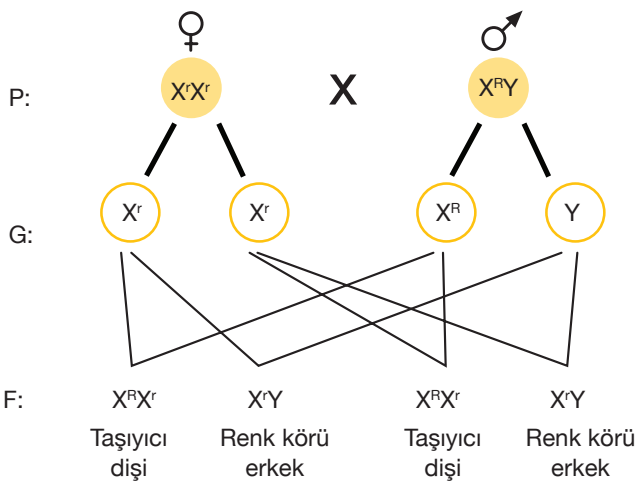
Kız çocuk renk körü ise annesi taşıyıcı veya renk körü, babası ise mutlaka renk körüdür.

2.11 ÇÖZÜM

Soruda verilen genetik çaprazlama aşağıdaki gibi gösterilebilir:

Soruda verilen çiftin genetik çaprazlaması sonucu genotip ve fenotip oranları %50 normal görüşlü taşıyıcı dişi, %50 renk körü erkek şeklindedir.

Bu ailenin erkek çocuklarının tamamı (%100) renk körü olur. Ailenin kız çocuklarında ise renk körlüğü görülmez (%0).



%50 renk körü erkek, %50 taşıyıcı dişi

Hemofili: X kromozomunda çekinik alelle taşınan ve renk körlüğünden daha ciddi sağlık sorunlarına neden olabilen hastalıklardan biri de hemofilidir. Hemofili; kanın pıhtılaşması için gerekli bir ya da daha fazla proteinin eksikliğinden kaynaklanan, pıhtılaşma güçlüğü nedeniyle hastada kan kaybına yol açabilen bir hastalıktır.

Hemofili olan bireyde pıhtılaşma geciktiği için küçük bir yaralanma ya da sıyrıktan büyük miktarda kan kaybedilebilir. İç kanama gibi durumlar bu hastalar için ölümcül olabilir. Hemofilinin kalıtımı renk körlüğünde gördüğümüz kurallara uyar.

Eşey	Genotip	Fenotip
Dişi	X^HX^H	Sağlıklı
	X^HX^h	Sağlıklı (taşıyıcı)
	X^hX^h	Hemofili
Erkek	X^HY	Sağlıklı
	X^hY	Hemofili

2.12 ÖRNEK

Hemofili hastası bir kız çocuğu ile bu hastağın görülmediği bir erkek çocukları olan anne ve babanın genotiplerini bulunuz.

2.12 ÇÖZÜM

Hemofili hastası kız çocuğun genotipi X^hX^h; sağlıklı erkek çocuğun genotipi ise X^HY'dir.

Erkek çocuk baskın aleli anneden almıştır. Bu durumda annede bir baskın alel bulunmalıdır.

Kız çocuk babadan ve anneden birer hastalık geni almıştır. Bu durumda annenin genotipi X^HX^h,babanın genotipi ise X^hY olmalıdır.

X'e bağlı kalıtılan genetik hastalıklardan biri de Görsel 2.5'te görülen **kas distrofisi**dir. Kas distrofisi, distrofin adlı bir kas proteininin yokluğundan kaynaklanır. Kasların gittikçe zayıflaması ve uyumlu çalışmamasıyla kendini gösteren bu hastalık ilerledikçe ciddi yaşamsal sorunlara neden olur.

Distrofinin sentezinden sorumlu gen, X kromozomu üzerinde taşınır. Proteini sentezleyecek geninin bulunmaması çekinik bir özelliktir ve diğer X'e bağlı çekinik özellikler gibi erkeklerde kadınlardan daha sık görülür.

Görsel 2.5: Kas distrofisi, egzersizler ve ilaç tedavisi ile ilerlemesi yavaşlatılabilen genetik bir hastalıktır.

b. Y Kromozomuna Bağlı Kalıtım

Y kromozomunun, X kromozomu ile homolog olmayan bölgesindeki genlerle taşınan özellikler de olduğunu öğrenmiştiniz. Bunlar Y kromozomuna bağlı kalıtılan özelliklerdir. Görsel 2.6'da görülen dedenin Y kromozundaki genler oğluna ve erkek torununa aktarılır. Sadece erkeklerde görülen bu genetik özellikler için tek alel bulunduğundan dominantlık veya resesiflik söz konusu değildir. İlgili özelliği taşıyan erkeğin babasında da bu özellik mutlaka görülür.

Görsel 2.6: Y kromozomunda taşınan özellikler babadan oğula geçer.

D. Soyağaçları

Aile bireylerini göstermek için genellikle bir ağaç figürü kullanıldığına şahit olmuşsunuzdur. Tıpkı bir ağacın dalları gibi bizim de şu an sahip olduğumuz aile üyelerimiz vardır. Soyağacı, aile içindeki kişiler arasındaki ilişkileri ve bağları gösterir.

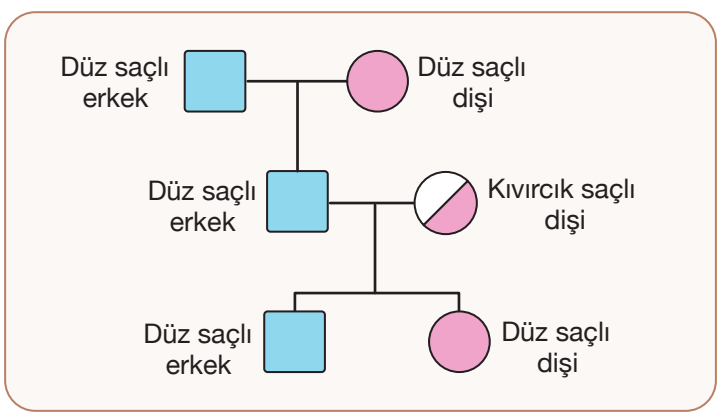
Bir ailedeki fenotip ve genotipler arasındaki ilişkileri ortaya koymak için aile bireylerini bir soyağacı üzerinde göstermek uygun bir yöntemdir. Kalıtsal özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl aktarıldığını gösteren şemalara **soyağacı** adı verilir.

Soyağacınızda amca, teyze, hala, dayı, kuzen, büyükanne ve büyükbaba gibi aile bireyleriniz arasındaki akrabalık ilişkilerini gözlemleyebilirsiniz. Genetik uzmanları, soyağaçlarında karakterlerin nesiller boyu kalıtım özelliklerini incelerler. Böylece karakteri belirleyen genler hakkında bilgi sahibi olurlar.

Bir soyağacında cinsiyeti, araştırılan özelliği gösterip göstermeme durumunu ve akrabalık ilişkilerini belirten sembol ya da gösterimler vardır. Şekil 2.19'da soyağacındaki sembol ve gösterimlerin anlamlarını inceleyelim.

Bir soyağacında kareler erkek, daireler dişi bireyleri temsil eder. Koyu renkle boyanmış kare ya da daireler, incelenen özelliği gösteren bireyleri temsil eder. Yarısı boyanmış kare ya da daireler ise heterozigot yani taşıyıcı bireyleri gösterir. Yatay çizgi ile birleştirilmiş bireyler ebeveynlerdir ve dikey çizgiler yavruları gösterir.

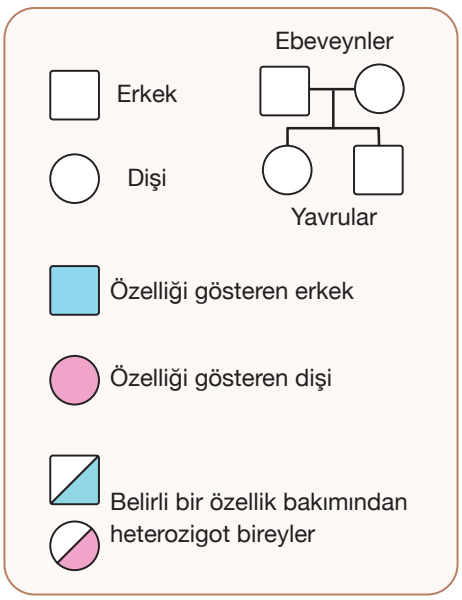
Şekil 2.20'deki örnekte bir ailedeki bireylerin saç şekli özelliklerini inceleyelim. Düz saçlı olma özelliğini gösteren erkekler mavi renkle, düz saçlı olma özelliğini gösteren dişi birey pembe renkle gösterilmiştir.



Şekil 2.20: Bir ailenin soyağacında düz ve kıvırcık saçlı bireylerin gösterimi

UNUTMAYALIM

Aile birliğine önem verme, temel değerlerimizdendir. Ailelerimiz birbirinden farklı olabilir. Örneğin, bazılarımızın ailesinde anne, baba ve kardeşler vardır. Bazılarımızın ailesi daha geniştir. Annemiz, babamız ve kardeşlerimizin yanında ninelerimiz ve dedelerimiz de bizimle yaşayabilirler. Ebeveynlerimizden biri vefat etmiş ya da ebevyenlerimiz boşanmış olabilir. Bazılarımızı başka ama bizi seven insanlar büyütmüş olabilir, bizim ailemiz onlardır.

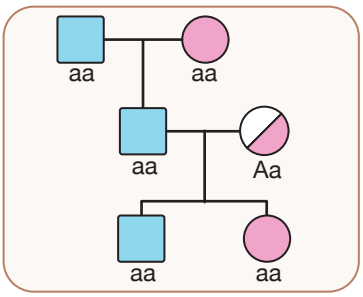


Şekil 2.19: Soyağaçlarında kullanılan sembol ve gösterimlerin anlamları

UNUTMAYALIM

Bir soyağacında hangi bireylerin koyu renkli, taralı vb. yöntemle belirtileceği, araştırmacının amacına ve araştırdığı özelliğe göre değişebilir. Ayrıca soyağaçlarında heterozigot bireyler her zaman belirtilmeyebilir.

İnsanda kıvırcık saçlılığa neden olan gen, düz saçlılığa neden olan gene baskındır. Buna göre çocukların düz saçlı olması için annenin heterozigot olması gerekir. Ailedeki diğer bireyler çekinik fenotipte olduklarından homozigot olmalıdır. Bu aile bireylerinin genotiplerini Şekil 2.21'deki gibi gösterebiliriz.



Şekil 2.21: Bir ailenin soyağacında düz ve kıvırcık saçlı bireylerin genotipi

Buraya kadar öğrendiğimiz sembol ve gösterimlerle bir soyağacı oluşturmak için aşağıda yer alan etkinliği yapalım.

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

ETKİNLİK 2.5

SOYAĞACI YAPALIM

Amaç: insanlarda gözlenen çeşitli kalıtsal karakterlerin aile soyağacında kalıtımını incelemek

Araç ve gereçler: kalem, renkli fon kartonu, 2-3 adet beyaz dosya kâğıdı, makas, yapıştırıcı

HAZIRLANALIM

Bu etkinlikte, ailenizdeki bireylerin belirli bir kalıtsal karakter bakımından durumunu soyağacı çizerek araştıracaksınız. Bu amaçla aşağıdaki etkinlik basamaklarını takip ediniz.

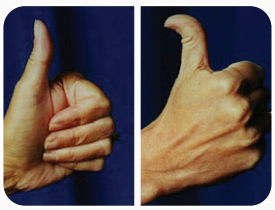
1. Sınıfınızda ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Yandaki görsellerde insanda bazı otozomal karakterlerin kalıtım özellikleri verilmiştir. Bu karakterler için baskın ve çekinik özellikleri inceleyiniz.
3. Sizin ya da grup arkadaşınızın aile bireylerinin fenotiplerinde gözlenen yandaki otozomal karakterlerden birini ya da kalıtım özelliğini bildiğiniz bir başka karakteri seçiniz.

Uyarı: Daha önceden öğrendiğiniz renk körlüğü, hemofili gibi eşeye bağlı kalıtılan bir hastalığı, kan grubu gibi çok alelli kalıtılan bir karakteri ya da kalıtım özelliğini bildiğiniz ya da birinizin ailesinde gözlemlediğiniz bir karakteri de seçebilirsiniz.

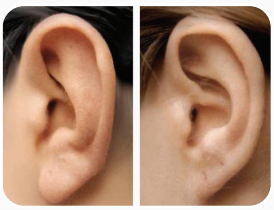
4. Seçtiğiniz karakterin soyağacınızda yer vereceğiniz aile bireylerinde gözlenen özelliklerini belirleyerek defterinize not ediniz.

Dil yuvarlayabilme, yuvarlayamamaya baskındır.

Çillilik, çilsizliğe baskındır.

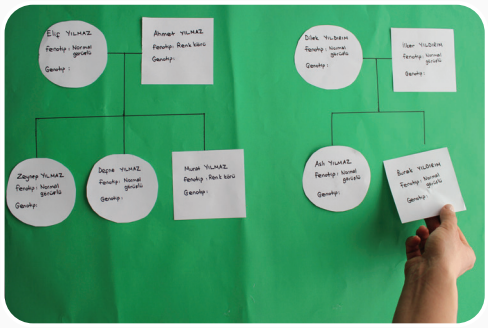


Baş parmağın geriye bükülmesi, bükülmemesine baskındır.

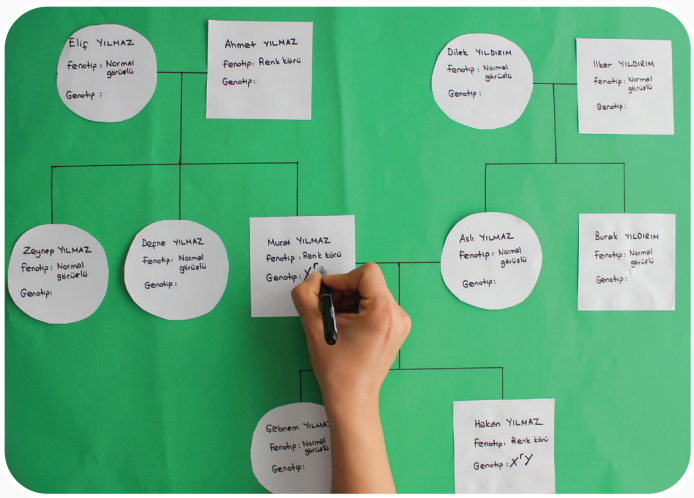


Serbest kulak memesi, yapışık kulak memesine baskındır.

UYGULAYALIM



1. Belirlediğiniz kişi sayısına ve cinsiyetine göre beyaz dosya kâğıtlarından yuvarlak ve kare parçalar kesiniz (kadınlar için yuvarlak, erkekler için kare).
2. Bu kâğıtlara her bireyin ismini ve incelediğiniz karakter bakımından fenotipini yazınız. Genotipler için alan bırakınız.
3. Hazırladığınız kâğıtları renkli kartonun üzerine yayınız. Ailedeki en eski nesilden başlayarak (büyükanne ve büyükbabalar) yandaki görsellerde gördüğünüz gibi soyağacınızı oluşturunuz.
4. Her ebeveynin altına çocukları yerleştirerek sırasıyla ikinci ve üçüncü nesilleri oluşturunuz.



5. Kâğıtları kartona yapıştırınız. Her aile bireyini, eşler arasında yatay, ebeveyn ve çocuklar arasında dikey çizgilerle yandaki gibi birleştiriniz.
6. İncelediğiniz karakter bakımından aile bireylerinizin genotiplerini belirlemeye çalışınız. Bulabildiğiniz genotipleri, bireyleri gösteren kâğıtların altına yazınız.
7. Hazırladığınız soyağacını sınıf panosunda sergileyiniz. Öğrendiğiniz sembol ve gösterimleri kullanarak defterinize çiziniz.
8. Hazırladığınız soyağacını sınıf arkadaşlarınızın hazırladıkları ile karşılaştırınız ve hangi durumlarda genotipleri belirlemenin kolay olduğunu tartışınız.

SONUCA VARALIM

1. Soyağacınızda hangi aile bireylerinizin genotiplerini belirleyebildiniz? Bunu yaparken hangi bireylerin fenotiplerinden yararlandınız?
2. Soyağaçlarının çıkarılması hangi hastalıkların teşhisinde kullanılabilir? Bu bağlamda soyağacı çıkarmanın faydaları nelerdir?
3. Etkinliğinizde yaptığınızdan daha kapsamlı, örneğin üçten fazla nesli gösteren soyağaçlarını hazırlamak sizce kolay mıdır? Neden?
4. Kişilerin tıbbi kayıtlarının düzenli tutulması gelecekte nasıl bir fayda sağlar?

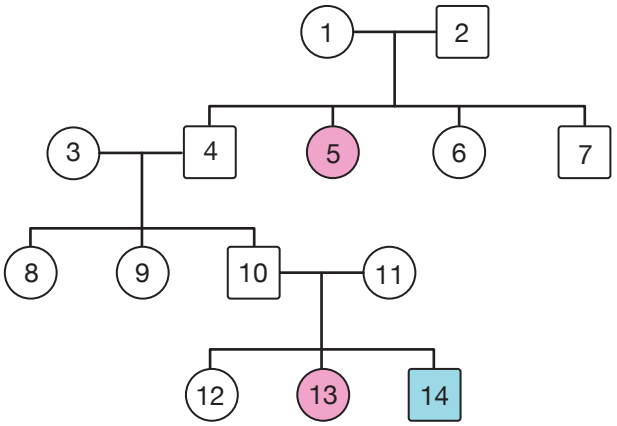
Yaptığınız etkinlikte belirli bir özellik bakımından ailenizdeki bireylerin fenotiplerinden hareket ederek genotiplerini bulmaya çalıştınız. Bunu yaparken soyağacından faydalandınız. Genetikçiler de insandaki genetik hastalıkları incelerken özelliklerin kalıtımını temsil etmede sıklıkla soyağaçlarını kullanırlar.

Genetik danışmanlıkta, ailelerin soyağaçlarının çıkarılması faydalı bilgiler sağlayabilir. Genetik danışman tarafından danışan aile ile ilgili bilinen tüm üyelerin sağlık durumları ve eldeki tıbbi veriler incelenir. Hastalığın gebelik sırasında teşhis olanağının olup olmadığı saptanır, doğum öncesi tanı yaklaşımları aileye anlatılır. Sonuçta aile veya kişide söz konusu genetik hastalığın olup olmadığı belirlenir. Hastalığın sonuçları ve hastalığa karşı alınabilecek önlemler aileye anlatılır. Ayrıca bu hastalığın tedavisi varsa tedavi süreçleri hakkında bireye veya aileye bilgi verilebilir. Ailedeki diğer kişilerin veya doğacak çocukların söz konusu genetik hastalıklar açısından risk taşıyıp taşımadıkları belirlenir.

Soyağaçları sadece genetik danışmanlıkta değil, belirli hastalıkların kalıtım şeklinin bilimsel olarak araştırılmasında da fayda sağlar. Örneğin bir kalıtsal hastalığın baskın bir genle mi yoksa çekinik bir genle mi taşındığı soyağaçları yardımıyla saptanabilir. Siz de buraya kadar öğrendiğiniz bilgilerin ışığında, farklı kalıtsal karakterlerin kalıtımını soyağaçlarını kullanarak daha ayrıntılı inceleyebilirsiniz. Bu amaçla kitabınızın devamındaki örneklerde verilen farklı soyağacı örneklerini çözmeye çalışalım. Daha sonra verilen çözümleri inceleyerek eksikliklerimizi giderelim.

2.13 ÖRNEK

Yandaki şekilde otozomal çekinik bir hastalığın dört nesil boyunca kalıtımı verilmiştir. 5, 13 ve 14 numaralı bireylerde bu hastalığın ortaya çıktığı, soyağacında yer alan diğer aile bireylerinde hastalığın fenotipte gözlenmediği bilinmektedir.



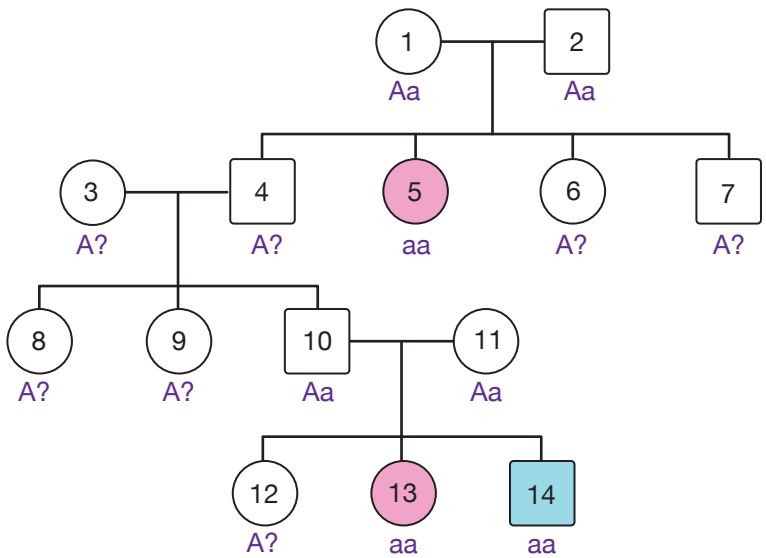
Yukarıda verilen bilgilere göre hangi bireylerin genotipleri kesin olarak söylenemez?

2.13 ÇÖZÜM

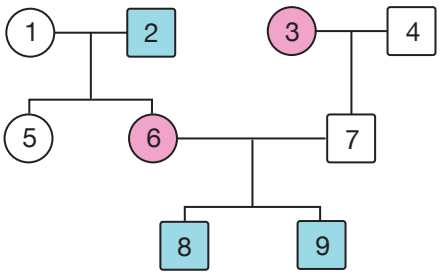
Soyağaçlarını çözümlerken çekinik fenotipteki bireyler bize büyük kolaylık sağlar. Burada 5, 13 ve 14 numaralı bireylerin fenotiplerinin çekinik olması, genotiplerinin homozigot (aa) olduğunu gösterir. 1 ve 2 numaralı bireyler hasta olmamalarına rağmen 5 numaralı bireye hastalık genini aktarmışlardır. Bu durumda 1 ve 2 numaralı bireylerin heterozigot olduğunu söyleyebiliriz.

Soruda verilen ailenin soyağacını aşağıdaki gibi çizebiliriz.

Üçüncü nesilde hastalık ortaya çıkmamıştır. 13 ve 14 numaralı bireylerin homozigot çekinik olmaları, 10 ve 11 numaralı bireylerin bu geni bulundurduğunu yani heterozigot olduklarını gösterir. 10 numaralı bireyin çekinik aleli 3'ten mi yoksa 4'ten mi aldığını kesin olarak bilemeyiz. Bu durumda, soyağacında fenotipinde hastalık gözlenmeyen 3, 4, 6, 7, 8, 9 ve 12 numaralı bireylerin homozigot baskın mı yoksa heterozigot mu oldukları kesin olarak söylenemez.



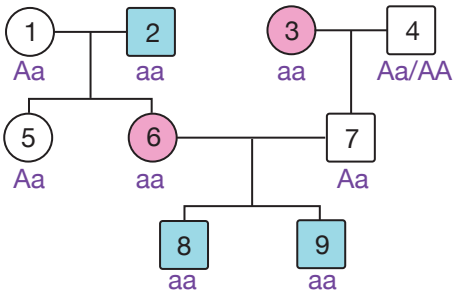
2.14 ÖRNEK



Yanda verilen soyağacında, otozomal ve resesif olduğu bilinen bir özelliğin kalıtımı verilmiştir.

Buna göre soyağacında verilen bireylerden hangilerinin genotipi kesin olarak belirlenemez?

2.14 ÇÖZÜM



2, 3, 6, 8 ve 9 numaralı bireyler, çekinik fenotipte olduklarına göre kesinlikle homozigot genotipe sahiplerdir (aa). Aynı zamanda 1, 5 ve 7 numaralı bireylerin homozigot baskın olmadıklarını da biliriz. Çünkü 1 ve 7 numaralı bireyler, çocuklarına birer çekinik alel vermişlerdir. 7 ve 5 numaralı bireyler ebeveynlerinden birer çekinik alel almışlardır.

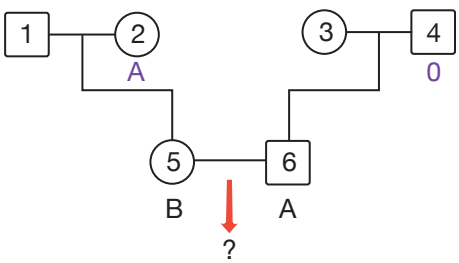
Bu durumda soyağacındaki 4 numaralı birey hariç tüm bireylerin genotipleri kesin olarak belirlenebilir. Soruda verilen ailenin soyağacını yandaki gibi çizebiliriz.

Karmaşık gibi görünen problemleri soyağacı çizerek çözümlemek oldukça kolaylık sağlar. Bununla ilgili olarak aşağıdaki örneği ve örneğin çözümünü inceleyelim.

2.15 ÖRNEK

Annesi A kan grubu olan B kan grubundan bir kadın ile babası 0 kan grubu olan A kan grubundan bir erkeğin 0 kan grubu bir çocukları olma olasılığı nedir?

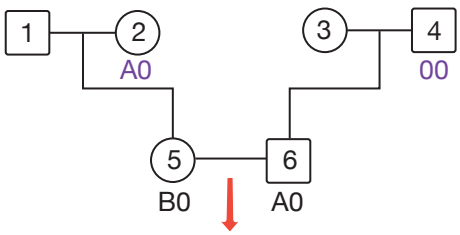
2.15 ÇÖZÜM



Soruda verilen kan gruplarını yandaki gibi bir soyağacı üzerinde yerleştirelim. Kolaylık olması açısından soyağacındaki bireylere numara verelim. Bizden istenen, 5 ve 6 numaralı bireylerin genetik çaprazlaması sonucunda 0 kan grubu bir çocuklarının olma olasılığını bulmamızdır.

5 numaralı birey BB ya da B0 genotipinde olmalıdır. Annesinden B aleli alamayacağına göre bu bireyin genotipi B0 olmalıdır.

6 numaralı birey ise AA ya da A0 genotipinde olabilir. Babasından 0 aleli aldığı kesin olduğuna göre genotipi A0 olmalıdır. Buna göre genotiplerin gösterildiği soyağacı ve genetik çaprazlama yandaki gibidir.

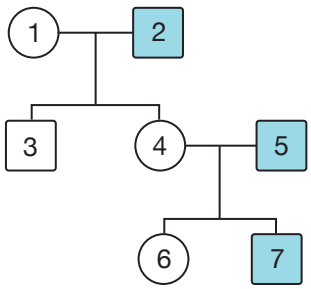


B0 X A0 şeklindeki çaprazlama sonucu 0 kan grubu çocuk olma olasılığı 1/4 olarak bulunur.

Olası genotipler: AB, B0, A0, 00

2.16 ÖRNEK

Renk körlüğü, X kromozomunda çekinik bir alel ile kalıtılan bir hastalıktır. Yandaki soyağacında bir ailede bulunan normal görüşlü (beyaz renkli) ve renk körü (mavi renkli) bireyler gösterilmiştir.

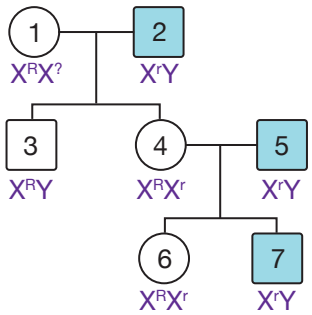


Buna göre kaç numaralı bireyin renk körlüğü bakımından genotipi kesin olarak bulunamaz?

2.16 ÇÖZÜM

1, 4 ve 6 numaralı bireyler renk körü olmadıklarına göre bunlarda en az birer baskın alel bulunur. 3 numaralı birey normal görüşlü erkek olduğundan genotipi kesin olarak X^RY şeklindedir. 2, 5 ve 7 numaralı bireyler renk körü ve erkek oldukları için genotipleri X^rY olmalıdır.

2 ve 5 numaralı bireyler kız çocuklarına X kromozomu verdiğine göre renk körlüğü genini aktarmışlardır. Bu durumda 4 ve 6 numaralı bireylerin genotipi X^RX^r olur. 1 numaralı birey ise normal görüşlüdür. Ancak bu bireyin genotipinin homozigot mu, heterozigot mu kesin olarak bilinemez. Söz konusu genotipleri soyağacı üzerinde yandaki gibi gösterebiliriz.



Buraya kadar otozomal genler ile ilgili soyağacı örneklerini inceledik. Eşeye bağlı kalıtımla ilgili bir soyağacı için aşağıdaki örneği ve örneğin çözümünü inceleyelim.

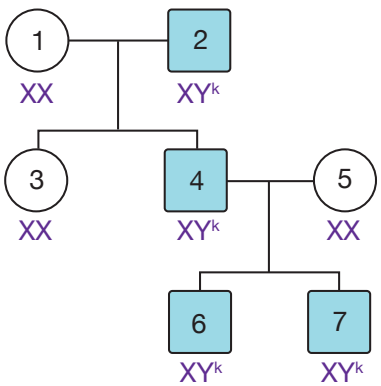
2.17 ÖRNEK

Y kromozomunun X kromozomuyla homolog olmayan bölgesinde taşınan bir hastalık çekinik alelle (k) kalıtılmaktadır. Bu hastalığı gösteren bir babanın bir kızı ve bir oğlu, erkek çocuğudan da iki erkek torunu vardır.

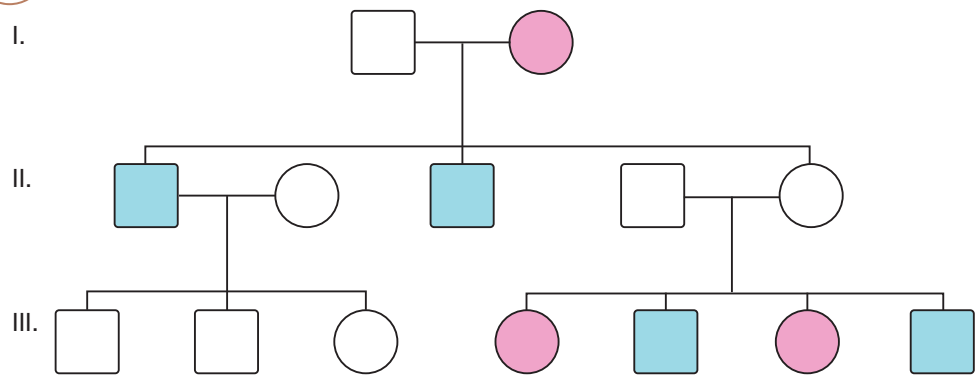
Bu ailenin soyağacını çizerek yukarıdaki hastalık ile ilgili genotip ve fenotipleri gösteriniz.

2.17 ÇÖZÜM

Y'de taşınan bir geni bulunduran babanın bütün erkek çocuklarında ve erkek çocuğundan olan erkek torunlarında bu özellik görülür. Kadınlarda ise bu özellik görülmez. Söz konusu ailenin hastalık ile ilgili soyağacı aşağıdaki gibidir:



2.18 ÖRNEK

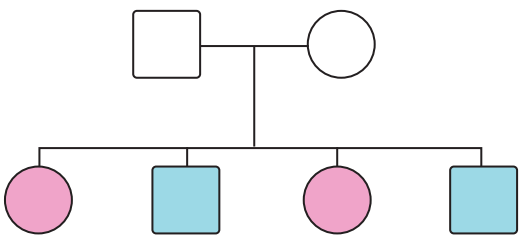


Yukarıdaki soyağacında kalıtımı verilen hastalığın

- Otozomal baskın
- Otozomal çekinik
- X'e bağlı çekinik
- Y'ye bağlı

kalıtım özelliklerinden hangisi ya da hangilerine uygunluk gösterdiğini bulunuz.

2.18 ÇÖZÜM



- III. nesilde hastalığın gözlendiği dört kardeşin ebeveynlerinde bu hastalık ortaya çıkmamıştır. Buna göre hastalık otozomal baskın bir genle kalıtılıyor olamaz.
- Hastalığı gösteren bireyler homozigot çekinik ise bu hastalığın kalıtımı yandaki soyağacında olduğu gibi gösterilebilir. Hastalık otozomal çekinik olabilir.
- III. nesilde hastalığı gösteren dişi bireyler X kromozomunu almışlardır. Bunların babalarında hastalık gözlenmemiştir. Buna göre hastalık, X'e bağlı çekinik alelle kalıtılıyor olamaz.
- Y kromozomunda taşınan özellikler, normal olarak sadece erkeklerde ortaya çıkar. Hastalık soyağacında dişi bireylerde de gözlendiği için hastalık Y'ye bağlı olamaz.

E. Akraba Evliliği

Her insan, hastalık etkeni olan herhangi bir çekinik aleli taşıyabilir ve yavrularına aktarabilir. Peki, hangi durumlarda bu çekinik alellerin yavruda bir araya gelme olasılığı artar?

Birçok genetik hastalık doğuştan gelir ve tam olarak tedavisi mümkün değildir. Acaba bu hastalıkların ortaya çıkmadan önlenmesi için nasıl önlemler alınabilir?

Yukarıdaki soruların cevapları, ülkemizde de sık rastlanan bir durum olan akraba evlilikleri ile ilgilidir. Akraba evliliklerinde çeşitli metabolik hastalıkların ve sakatlıkların daha sık görülmesinin nedenlerini öğrenmek ve bu konuda çevrenizi bilinçlendirmek amacıyla bir sonraki sayfada yer alan etkinliği yapalım.

ETKİNLİK 2.6

AKRABA EVLİLİĞİNİN RİSKLERİNİ TARTIŞALIM

Amaç: akraba evliliğinin olası risklerini araştırmak ve tartışmak

Araç ve gereçler: not defteri, kalem

UYGULAYALIM

1. Akraba evliliği ile ilgili araştırma yapınız. Araştırmanız sırasında aşağıdaki sorulara cevap arayınız.
   - Ailenizde akraba evliliği yapan var mı?
   - Anne ve bebeğin sağlığı açısından akraba evliliğinin riskleri neler olabilir?
   - Çevrenizdeki kişiler akraba evliliği hakkında ne düşünüyorlar?
2. Araştırmanız sırasında ailenize ve yakın çevrenizdeki bireylere yönelteceğiniz soruları önceden hazırlayınız.
3. Akraba evliliğinin olası riskleri hakkında aileniz ve yakın çevrenizden kişilere sorular yöneltiniz ve cevapları not ediniz. Bu kişilere akraba evliliğinin olası riskleri hakkında edindiğiniz bilgileri aktarınız. Sorularınızı sorarken ve cevapları kaydederken açık, net ve anlaşılır olmaya özen gösteriniz.
4. Genel ağ, gazete, dergi, kitap gibi kaynaklardan konu ile ilgili bilgi toplayınız. Gazete ve televizyonda bu konuda çıkan haberleri de araştırarak sunumunuzu daha etkili bir hâle getirebilirsiniz.
5. Araştırma sonuçlarınızı sınıfınızda sununuz.
6. Sınıfınızda akraba evliliklerinin olası risklerini öğretmeninizin rehberliğinde tartışınız. Araştırma ve tartışma sonuçlarınızdan faydalanarak akraba evliliğinin sakıncalarını çevrenizdeki kişilerle paylaşınız.

SONUCA VARALIM

1. Akraba evliliğinin anne ve bebeğin sağlığı açısından sakıncaları nelerdir?
2. Çevrenizde akraba evliliği yapan kişilerin bu konudaki görüşlerini değiştirebildiniz mi?

Birçok hastalığın çekinik alelle kalıtıldığı söylenebilir. Çekinik bir genin fenotipte gözlenebilmesi için homozigot olarak bir araya gelmesi gerektiğini biliyoruz. Bu nedenle zararlı genlerin bir toplumda ortaya çıkma oranı düşük olmalıdır. Ancak akraba evliliklerinde bu oran oldukça yükselir. Bu durumu, kalıtsal bir özellik olan albinoluğun kalıtımını inceleyerek kavramaya çalışalım.

Biliyor muydunuz?

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2021 yılında yapılan araştırmaya göre ülkemizde evli çiftlerden akraba evliliği yapanların oranı %4'tür.

Bir enzim eksikliğinden kaynaklanan albinoluk, çekinik bir genle kalıtılır. Albinoluk geni bakımından homozigot bireylerde, deriye renk veren melanin pigmenti sentezlenemez. Deri, saç, kirpik ve kaşlarda karakteristik beyaz renk oluşur. Daha önce değindiğimiz gibi albino bir bireyin anne ve babasında en az birer tane albinoluk geni bulunur. Eğer albino bir birey homozigot baskın bir bireyle evlenirse bunların çocuklarında albinoluk görülmez. Diğer taraftan evlendiği birey heterozigot yani taşıyıcı ise çocukları %50 olasılıkla taşıyıcı, %50 olasılıkla albino olacaktır.

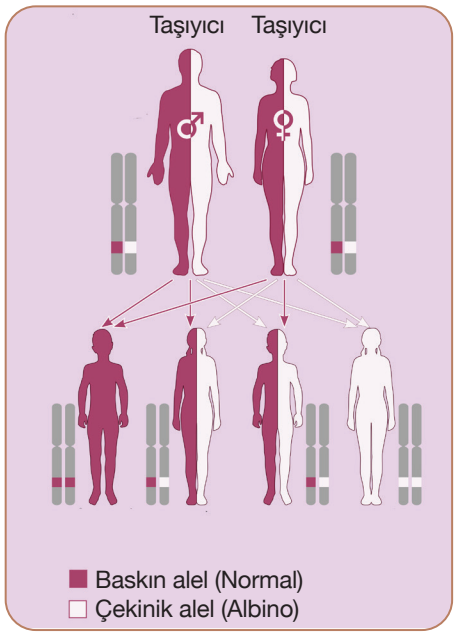
Anne tarafından büyükbabası albino olan bir birey düşünelim. Bu durumda bireyin annesinin taşıyıcı olma olasılığı %100'dür ve bu geni bireye aktarma ihtimali %50'dir.

Böyle bir bireyin yakın akrabalarında örneğin anne tarafından kuzenlerinde bu olasılık ne olur?

Elbette bu olasılık da %50'dir. Bu iki kişinin evlenip çocuk sahibi olmaları, kalıtsal hastalıkların görülmesi bakımından sakıncalı sonuçlar doğurabilir. Ortak atadan dolayı bu iki kuzenin taşıyıcı olma olasılığı %50'dir. Bu kişiler taşıyıcılarsa albino bir çocuk dünyaya getirme olasılıkları %25 olur. Şekil 2.22'de böyle bir ailenin genotipleri şematik olarak gösterilmiştir.

Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak görülen ve Akdeniz anemisi olarak bilinen talasemi, akraba evliliği sonucu yaygınlaşan kalıtsal hastalıklardan biridir. Talasemi hastaları hastalık geni bakımından homozigot çekinik genotipe sahiptir. Ağır kansızlığı olan bu hastalar, hayat boyu tedavi görmek zorundadır.

Talasemi geni bakımından heterozigot bireyler taşıyıcıdır ve hastalık belirtisi göstermezler. Her iki ebeveynin de talasemi taşıyıcısı olduğu bir evlilikte doğacak çocuklar %50 olasılıkla taşıyıcı, %25 olasılıkla talasemi hastası olacaklardır.



Şekil 2.22. Otozomal çekinik bir hastalık bakımından taşıyıcı olan bir çiftin kız ya da erkek çocuklarında bu hastalığın görülme oranı %25'tir.

Yukarıda verilen tüm bu açıklama ve örnekler göstermektedir ki akraba evliliklerinde zararlı genlerin homozigot hâlde bir araya gelme olasılıkları artar. Bu nedenle genellikle çekinik alelle taşınan kalıtsal hastalıkların fenotipte ortaya çıkma olasılığı da artar.

Kalıtsal hastalıklar ciddi sorunlara yol açan ve günümüzde tedavi olanakları sınırlı olan hastalıklardır. Kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma oranının azaltılması, toplum sağlığının korunması için en faydalı yaklaşımlardandır.

ETKİNLİK 2.7

KAVRAM HARİTASI OLUŞTURALIM

Amaç: kalıtımla ilgili iş birlikli kavram haritası oluşturmak

Araç ve gereçler: not defteri, kalem

UYGULAYALIM

1. Aşağıdaki kavramları defterinize yazınız.

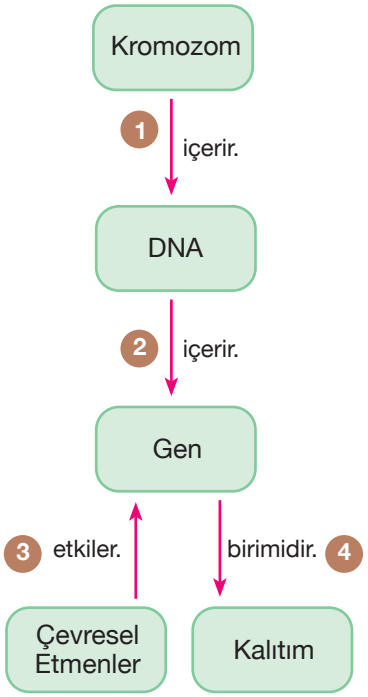
- Alel
- Gen
- Renk körlüğü
- Homozigot
- Cinsiyet
- Soyağacı
- Genotip
- Hemofili
- Kalıtım
- Eşeye bağlı kalıtım
- Kromozom
- Gonozom
- Kalıtsal hastalık
- Heterozigot
- Fenotip
- Otozom
- Resesif
- Çevresel etmenler

2. Kavramların hangi hiyerarşik sırada olacağını tartışınız. Kavramları en geniş kapsamlıdan en dar kapsamlıya, önem sırasına vb. özelliklerine göre sıralayınız.

3. Kavramlar arasında aşağıdaki gibi bağlantı cümleleri kurunuz. Bu amaçla bağlantı kelimelerini kullanınız (...dir, içerir, ...den oluşur, vardır, örnektir gibi). Bağlantı kelimeleri kavramları cümlelere dönüştürmenize yardım eder. Tüm kavramlar arasındaki bağlantıları içeren cümleler oluşturmaya dikkat ediniz.

   - Kromozom DNA içerir.
   - DNA genleri içerir.
   - Genler kalıtım birimleridir.
   - Çevresel etmenler genleri etkiler.

4. Oluşturduğunuz bağlantı cümlelerinden yararlanarak bir kavram haritası oluşturunuz. Yandaki şemada yukarıdaki beş kavramdan oluşan bir kavram haritası verilmiştir. Sizin de etkinlikte yer alan tüm kavramları kullanarak bir kavram haritası oluşturmanız beklenmektedir.



Kavram sayısı: 5
İlişki sayısı: 4
TOPLAM PUAN: 5 x 4 = 20

SONUCA VARALIM

1. Oluşturduğunuz kavram haritasını sınıfınızda sununuz.
2. Kavram haritanızı yandaki örnekte olduğu gibi puanlayınız.
3. Farklı kavram haritalarını karşılaştırınız. En fazla bağlantıyı içeren kavram haritasını belirleyiniz.

2.1.2. Genetik Varyasyonlar ve Biyolojik Çeşitlilik

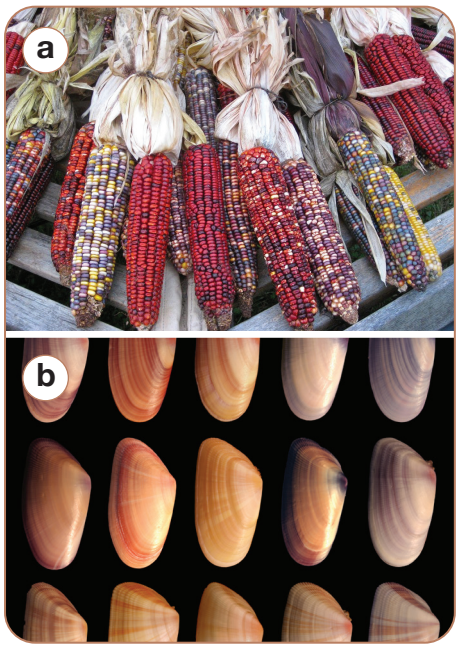
Yeryüzünde milyonlarca canlı türü bulunmaktadır. Bilim insanlarının inceleme kolaylığı sağlamak amacıyla canlıların sahip oldukları özelliklerden yararlanarak onları belirli bir düzen içinde sınıflandırdığını biliyorsunuz. Aynı türe ait bireyler, ait oldukları tür için ortak olan özellikleri taşır. Bununla birlikte, bir türü meydana getiren bireyler birbirinin aynısı değil, benzeridir.

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ İngilizcede varyasyon (variation) "çeşitlilik" anlamına gelir.

Bir tarladaki papatyaların, bahçemizdeki karıncaların ya da bir göldeki kurbağaların kendi türü içindeki diğer bireylerden ne kadar farklı olabileceklerini hiç düşündünüz mü?

Aynı türe ait canlılar, bazı özellikler bakımından belirli sınırlar içinde değişiklik gösterir. Türü meydana getiren bireyler arasında anatomi, fizyoloji, protein yapısı ve davranış gibi özellikler bakımından görülen farklılıklara **varyasyon** denir. Aynı türün bireyleri arasında farklılıklara yol açan genetik çeşitliliklerin nedeni rekombinasyondur. **Rekombinasyon**, mayoz ve döllenme gibi olaylarla yeni genetik kombinasyonlar oluşmasıdır.

Doğadaki canlılar, az ya da çok, belirli ölçülerde varyasyonlara sahiptir. Varyasyonlar kalıtsal olarak nesilden nesile aktarılabileceği gibi sadece görüldüğü bireyi etkileyerek bir sonraki nesilde gözlenmeyebilir. Genetik ve genetik olmayan varyasyonlar olmak üzere iki çeşit varyasyondan söz edebiliriz. Örneğin insan türü için deri renginin koyudan açığa kadar çeşitli varyasyonları vardır. Deri rengi insanın doğuştan getirdiği genetik özelliklerden biridir. Ayrıca güneş ışınlarının etkisiyle de deri renginde koyulaşma ile renk farklılıkları oluşabilir. Canlılarda çevrenin etkisiyle meydana gelen ve kalıtsal olmayan bu gibi değişikliklere **modifikasyon** denir. Şimdi genetik varyasyonları ve nedenlerini ayrıntılı olarak inceleyelim.



Görsel 2.7: a) Mısır bitkisinde çeşitli tane rengi ve büyüklükler b) Midyede çeşitli kabuk rengi ve desenler

Yeryüzündeki biyolojik çeşitlilik, canlıların genotiplerindeki farklılıklardan kaynaklanır. Bir türün bireylerinde genotipik olarak gözlenen farklılıklar tür içi **genetik varyasyon** olarak adlandırılır. Örneğin bezelye bitkisinde düzgün ya da buruşuk tohum yapısı, mor ya da beyaz çiçek rengi gibi özellikler aynı türe ait varyasyonlardır.

Genetik varyasyonlar, canlının genetik materyali olan DNA'da meydana gelen değişikliklerden kaynaklanır. Bu nedenle kalıtsaldır yani nesilden nesile aktarılır.

Görsel 2.7'de genetik varyasyona örnekler görülmektedir. Örnekleri inceleyiniz ve çevrenizdeki canlılarda görülen genetik varyasyonlara örnekler veriniz.

İnsanlar, genellikle kendi türleri dışındaki canlıların sahip oldukları tür içi varyasyonlara daha az duyarlıdır. Oysa çevremizde gördüğümüz ve birbirinin aynısı olarak nitelendirdiğimiz canlılar arasında bile pek çok farklılıklar vardır. Bu örneklerden birini araştırmak ve tür içi varyasyonu değerlendirmek için aşağıdaki etkinliği yapalım.

ETKİNLİK 2.8

VARYASYONU BELİRLEYELİM

Amaç: bir popülasyonda, belirli bir karakter için varyasyonu belirlemek ve varyasyonun nedenlerini tartışmak

Araç ve gereçler: her grup için 10 adet barbunya ya da kuru fasulye tohumu, cetvel, kalem, defter ya da not kâğıdı, milimetrik kâğıt

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda ikişer kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Barbunyaların her birinin uzunluğunu, barbunyanın merkezinden geçtiğini varsaydığınız bir hat boyunca ölçünüz.
3. Her bir barbunyayı ölçtükten sonra sonuçları defterinize çizeceğiniz bir sonraki sayfadaki gibi bir tabloya kaydediniz.

Barbunya Tohumları	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uzunluk (mm)										

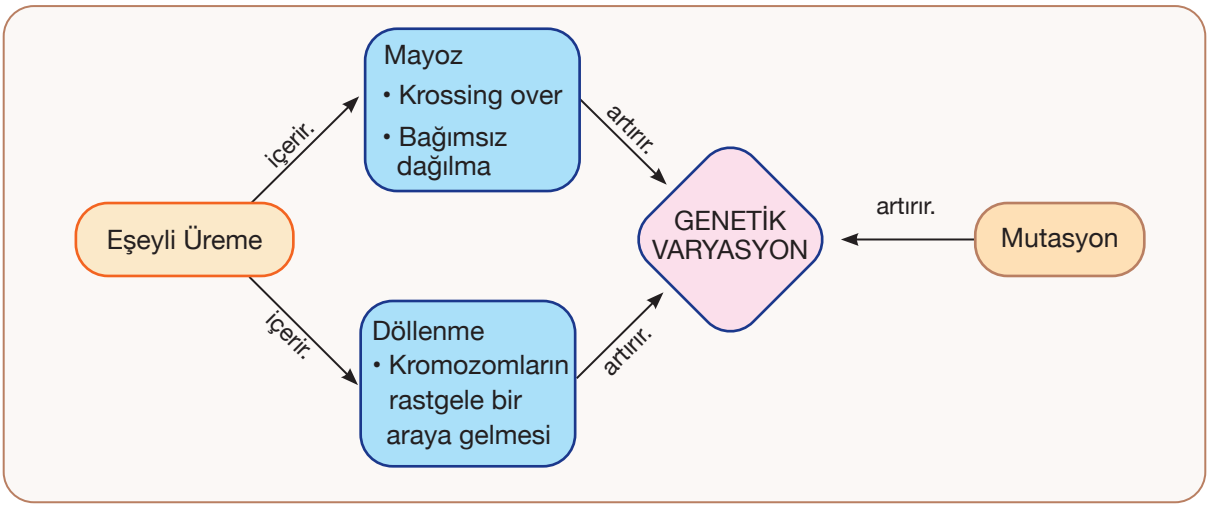
4. Ölçüm sonuçlarınızı öğretmeninize bildiriniz ve sınıfınızdaki tüm verileri tahtaya yazınız.
5. Sınıfınızda elde edilen verileri milimetrik kâğıtta bir çizgi grafiği ile gösteriniz.
6. Sınıfınızda elde edilen tüm verileri kullanarak en az, ortalama ve en fazla boy uzunluğunu belirleyiniz.

SONUCA VARALIM

1. Barbunyaların boy uzunlukları hangi uzunluk aralığında değişim göstermektedir? Bu varyasyonun nedenlerinin neler olabileceğini tartışınız.
2. Elde ettiğiniz verileri kullanarak çizdiğiniz grafiğin şekli nasıldır?
3. Barbunya bitkisinde başka ne gibi varyasyonlar olabileceğini tartışarak listeleyiniz.
4. Varyasyonların kaynağının ne olabileceğini tartışınız.
5. Etkinliğinizde ticari amaçla satılan bir tarım ürününü kullanarak elinizdeki örneklerin boy uzunluğuna dair varyasyonu belirlemeye çalıştınız. Doğadaki yabani popülasyonlarda bu varyasyonun nasıl olacağını düşünüyorsunuz? Düşüncenizin nedenini açıklayınız.
6. Bir türe ait bireyler arasında görülen varyasyonların ne gibi faydaları olabilir? Örnek veriniz.

Yaptığınız etkinlikte çoğu insan tarafından birbirinin aynısı olarak nitelendirilebilecek tohumları incelediniz. Bunlar arasında uzunluk bakımından varyasyonları belirlediniz.

Genetik varyasyona neden olan olaylar, Şekil 2.23'te verilmiştir. Genetik varyasyonların temel kaynakları mayoz, döllenme ve mutasyonlardır. Mayozdaki çeşitliliğin nedenlerine kitabınızın 1. ünitesinde değinmiştik. Eşeysel üreme süreçlerindeki bu olaylar, yeni alellerin ortaya çıkmasına değil, var olanların yeniden düzenlenmesine yani rekombinasyona neden olur. Mutasyonlar ise yeni alellerin ortaya çıkmasını sağlayan olaylardır.



Şekil 2.23: Genetik varyasyona neden olan olayları gösteren kavram haritası

Mayozdaki genetik varyasyonun nedenleri, krossing over ve homolog kromozomların rastgele ayrılmasıdır.

Krossing over, anne ve babadan gelen genlerin yeniden sıralanmasına diğer bir deyişle rekombinasyona yol açar. Bildiğiniz gibi krossing over, homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında gerçekleşir. Krossing over tamamlandığında homolog kromozomları oluşturan kromatitler artık birbirinin kopyası değildir. Mayoz II'de ayrılan kromatitler birbirinden farklı olduğundan oluşan gametlerde genetik varyasyon artar.

Mayoz bölünmenin metafaz I evresinde homolog kromozomların hücrenin orta düzlemine dizilimleri rastgeledir. Bunun sonucu olarak da anafaz I evresinde anne ve babadan gelen kromozomlar hücrenin kutuplarına doğru birbirinden bağımsız olarak hareket eder. Böylece mayozla üretilen gametlerin her biri anne ve babadan gelen kromozomların birer kombinasyonunu içerir.

Mayoz ve döllenme olaylarında anne ve babadan kromozomların birer seti özelliklerini koruyarak aktarılır. Ancak zaman zaman doğal veya yapay koşullar altında, kalıtsal materyalde değişimler meydana gelebilir. Kalıtsal materyalin miktarı, organizasyonu veya içeriğinde meydana gelen ani değişikliklere **mutasyon** denir. Mutasyon terimi genel olarak kromozom sayısının, kromozom yapısının değişmesini ve genlerdeki değişiklikleri kapsar.

Mutasyona neden olan maddeler **mutajen** olarak adlandırılır. Radyasyon, bazı ışınlar (ultraviyole, beta, gama, X ışınları gibi), zararlı kimyasallar, uyuşturucu maddeler, bazı ilaçlar, bazı virüsler ile pH ve ısı değişimleri mutajenlere örnektir.

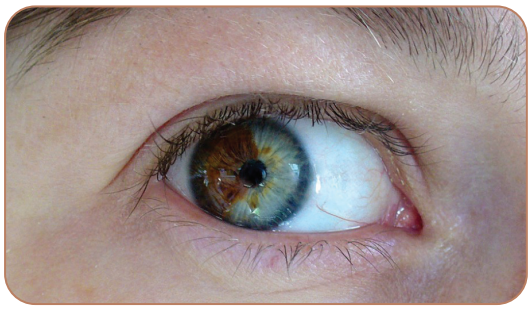
Mutasyonlar vücut hücrelerinde ya da üreme hücrelerinde meydana gelebilir. Çok hücreli ve eşeyli olarak üreyen organizmalarda mutasyonun kalıtsal olabilmesi için üreme hücrelerinde meydana gelmesi gerekir. Vücut hücrelerinde gerçekleşen bir mutasyon, kalıtsal olamayacağı için kuşaktan kuşağa aktarılmaz.

Mutasyonlar, sarı papatyalardan oluşan bir çiçek tarlasında aynı türden farklı renkte bir papatyanın ortaya çıkmasına ya da Van kedilerinin gözlerinin farklı renkte olmasına yol açabilir. Daha önce değindiğimiz albinoluk, çeşitli canlılarda mutasyon sonucu ortaya çıkabilir ve Görsel 2.8'de olduğu gibi tüylerde renk maddelerinin oluşmamasına yol açar. Görsel 2.9'da insanda göz renginin farklı olmasına yol açan bir mutasyon örneği görülmektedir.

UNUTMAYALIM

Homolog kromozomlar arasında krossing over sonucu ortaya çıkan değişimler, mutasyon kapsamına girmez. Krossing over, genlerin kromozom üzerindeki sıralanışını değiştirir. Gendeki nükleotit dizilişinin değişmesine, gen eklenmesine ya da çıkmasına neden olmaz.

Görsel 2.8: Albinoluk, mutasyon sonucu insanda ve bazı hayvanlarda deriye, saça veya tüylere rengini veren melanin pigmentinin eksikliği veya hiç olmaması durumudur.



Görsel 2.9: Heterokromi, genellikle gözlerde, kimi zaman da saç ve deride gözlenebilen renklenme farklılığıdır. Bu dağılım farklılığının sebebi ise otozomal kromozomlarda meydana gelen bir mutasyondur.

SIRA SİZDE

Vejetatif yolla (eşeysiz) ürediği bilinen bir bitkinin vücut hücrelerinden birinde bir mutasyon meydana geliyor. Bu mutasyonun eşeyli üreyen canlının vücut hücrelerindeki mutasyondan farklı sonuçları olabilir mi? Açıklayınız.

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

1. Aşağıda, Mendel'den önce kalıtım bilimi ile ilgili bazı görüşler öne sürülmüştür. Bugünkü bilimsel bilgiler ışığında bu görüşlerin geçerli olmamasının nedeni altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

- Vücudun her parçasından kana verilen bilgiler yavru bireye aktarılır.

.....

.....

.....

.....

- Vücut hücrelerinde meydana gelen değişiklikler kalıtsaldır.

.....

.....

.....

.....

2. Polidaktili, el ve ayaklarda fazladan parmak görülmesi şeklinde ortaya çıkan kalıtsal bir hastalıktır ve baskın alelle taşınır. Polidaktili bakımından heterozigot bir kadınla baskın aleli bulundurmayan bir erkeğin çocuklarında bu özelliğin görülme olasılığı nedir? Cevabınızı aşağıda verilen Punnett karesini kullanarak açıklayınız.

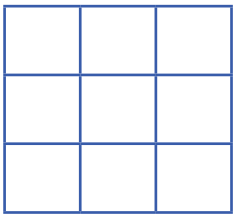
.....

.....

.....

.....

.....



3. Bir tür bitkide çiçek rengi bakımından "mor x mor" ve "mor x mavi" bitkilerin çaprazlanmasından hem mor hem de mavi çiçek rengine sahip bitkiler meydana gelmektedir. Fakat "mavi x mavi" çaprazlamasından daima mavi çiçek rengine sahip bitkiler oluşmaktadır. Buna göre;

a. Mavi ve mor çiçek rengine sahip bitkilerin genotipleri hakkında ne söyleyebiliriz?

.....

.....

.....

.....

b. Çiçek rengi bakımından hangi gen dominanttır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

4. "AABbCc X AaBbCc" çaprazlanmasından

   a. AabbCC genotipinde bir yavru oluşma olasılığını

   b. AABBCC genotipinde bir yavru oluşma olasılığını hesaplayınız (Tüm genlerin bağımsız olduğu kabul edilecektir.).

.....

.....

.....

.....

5. Kan grubu B olan bir erkeğin eşi kan grubunu bilmemektedir. Bu çiftin ilk çocukları B, ikinci çocukları AB ve üçüncü çocukları A kan grubundandır. Bu bilgilere göre anne ve babanın genotiplerini belirleyebilir misiniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

6. Yandaki soyağacında kalıtımı verilen özellik için

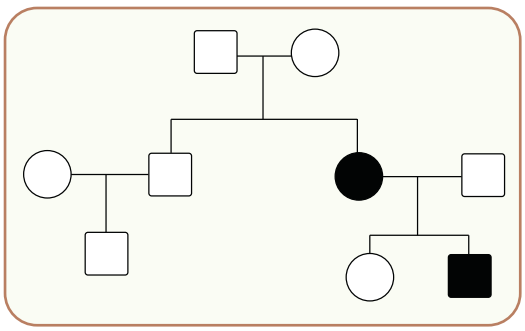
   I. Otozomal dominant

   II. Otozomal resesif

   III. X'e bağlı dominant

   IV. X'e bağlı resesif

   durumlarından hangisi ya da hangileri geçerli olabilir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.



.....

.....

.....

.....

7. Aynı kromozom üzerinde bulunan K, L ve M genleri arasındaki rekombinasyon oranları K-L: 20 M-L: 35 K-M: 15 şeklindedir. Buna göre bu genlerin kromozom üzerindeki dizilimi nasıldır?

.....

.....

.....

.....

8. Orak hücreli anemi Afrika kökenli insanlarda, talasemi ise Akdeniz ülkelerindeki toplumlarda yaygın hastalıklardır. Kalıtsal hastalıkların bazı etnik gruplarda diğerlerine göre daha sık rastlanmasının nedeni ne olabilir?

.....

.....

.....

.....

9. Ovada yetişen bir bitki türünün dağların yüksek kısımlarında yetişen aynı türe ait bitkilere göre daha uzun gövdeli ve daha büyük yapraklı oldukları gözlenmektedir. Bu bitkide gövde uzunluğu ve yaprak büyüklüğü özelliklerinin genetik olarak mı, çevresel etkilerle mi belirlendiği sorusuna cevap oluşturacak bir deney tasarlayınız. Hipotezinizi aşağıdaki ilgili kısma yazınız. Deneyinizin planını aşağıdaki kutucukta şematik olarak gösteriniz.

Hipotezim: .....

.....

.....

.....

Deney Planım

B. Aşağıda, soldaki kutucuklarda verilen kavramları sağdaki kutucuklarda verilen açıklamalarla eşleştiriniz.

Kardeş kromatit 1	A Homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunan ve bir karakterden sorumlu olan genlerin iki ya da daha fazla farklı şeklidir.
Homolog kromozom 2	B Kalıtsal materyalin miktarı, organizasyonu veya içeriğinde meydana gelen ani ve kalıtsal değişikliklerdir.
Genetik varyasyon 3	C Bir türün bireylerinde genotipik olarak gözlenen farklılıklardır.
Mutasyon 4	Ç Biri anneden, diğeri babadan gelen; şekil ve yapı yönünden benzer olan, aynı karakteri kontrol eden genleri taşıyan kromozomlardır.
Bir genin aleli 5	D DNA eşlenmesinden sonra eşlenmiş bir kromozomun sentromer ile birbirine tutturulmuş iki kopyasından her biridir.
Modifikasyon 6	

C. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"de numaralandırılmış kutucuklarda genetik ile ilgili bazı kavramlar verilmiştir.

Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1 Hemofili	2 Renk körlüğü	3 Eş baskınlık
4 Albinoluk	5 Modifikasyon	6 A, B, 0 kan grupları

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri gonozomlarda taşınan genlerle ortaya çıkan bir hastalıktır? (.....)
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri otozomlarda taşınan genlerle ortaya çıkan bir özelliktir? (.....)
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri X kromozomunda taşınan kalıtsal bir özelliktir? (.....)
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri her iki alele ait özelliklerin aynı anda ortaya çıkması durumunu ifade eder? (.....)
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kalıtsal değildir? (.....)
6. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri birden fazla alelle belirlenir? (.....)

A. OKUMA METNİ

40 Yıllık Bir Azim Hikâyesi: Aziz Sancar

Boyu biraz daha uzun olsaydı, yüksekten gelen topları karşılayabilseydi belki dünyaca ünlü "üstün" bir kaleci olacak ve gene gururlandıracaktı bizi. Ama kitaplarda adı buluşlarıyla geçmeyecek ve Türk gençlerine ilham kaynağı olamayacaktı. Bu en büyük arzusuydu ve gerçekleşti: Adı, bilime yaptığı katkıları, buluşları artık kitaplardaydı. Şimdi de 1901 yılından bu yana Nobel Ödülü'ne layık görülen 169 isimden biri.

Mardin'de çiftçilikle uğraşan orta gelirli ailenin sekiz çocuğu, anne ve babalarının çocuklarını okutma isteğini ve çabalarını boşa çıkarmadı. İçlerinden birinin bilim yolundaki yolculuğu Nobel Kimya Ödülü'ne kadar ulaştı. Aziz Sancar ilk ve orta öğrenimini -ilkokul 2. sınıf hariç- Savur'da tamamladı. Harp Okulu'ndaki eğitimine devam eden ve o sırada evlenen ağabeyinin daha önce Mardin'den hiç çıkmamış eşine refakat etmek için Ankara'ya gitmesi gerekti. Ankara Barbaros İlkokulunda 2. sınıfa devam ederken şivesiyle alay eden okul arkadaşları yüzünden Sancar bir sömestr boyunca okulda hiç konuşmadı. "Mahalle arkadaşlarımla oynarken güzel bir Orta Anadolu şivesi kaptım." diyen Sancar ikinci dönem okulda da konuşmaya başlamıştı.

Tıp okuduktan sonra hekimlik yapmadan araştırma yapmaya gitmek istemeyen Aziz Sancar, tıp fakültesini bitirdikten sonra Savur'un Sürgücü beldesine gidip sağlık ocağı hekimliği yaptı. Bölge insanı Sancar'ı o kadar çok seviyor ve ona o kadar çok inanıyordu ki kadınlar o zamanlar başlarına taktıkları yöresel başlığa Sancar'ın yazdığı reçeteleri muska diye iliştiriyordu. İki yıl sürdürdüğü hekimlik görevinden sonra Türk bilimine katkı yapmak isteyen Aziz Sancar, biyokimya eğitimi almak için TÜBİTAK bursuyla önce Johns Hopkins Enstitüsüne gitti. Ancak sadece Fransızca biliyordu. Bir tercüman aracılığıyla çevresindekilere derdini anlatmaya çalışıyordu. Hocasına her gün yeni bir fikirle gidiyordu Sancar. Çok çalışmakla ya da bilimsel bilgi birikimiyle ilgili sorun yaşamıyordu ancak uyum sorunu yaşıyordu.

Sancar, moleküler biyoloji alanında çalışmak üzere Dallas Teksas Üniversitesine kabul edildi. Ancak Rupert, Sancar'a finansal kaynak sağlayamamıştı. Sancar için bu sorun değildi, zaten çok çalışıyordu, laboratuvarda yaşıyordu. Hatta laboratuvardaki yangın hortumlarıyla duş alıyordu ve bir gece nöbetçilere yakalandı. Çalışkanlığından çok memnun olan hocasından uyarı gelmesi de çok gecikmedi. Böyle geçen altı aydan sonra bir arkadaşının odasına geçen Sancar'a kısa bir süre sonra da burs desteği geldi. Sosyal sorunlarını, barınma ve geçinme sorunlarını da aşan Sancar artık öğrencilerin derslerine giriyordu. Onu hiç bir şey bilim insanı olma, bilimsel araştırma yapma yolundan ayırmadı. Aziz Sancar karşılaştığı tüm zorluklarla büyük bir sabırla baş etti. Çok çalıştı, çok okudu. Bilimsel bilgi birikimini geliştirirken önce basit deney düzenekleriyle başladı işe. Laboratuvarda da yaşadı, vazgeçmesini söyleyenlerle de karşılaştı. Sancar hep emek verdi. Şansının yardım ettiği de oldu ama o şansı yakalamak için beyni zaten çoktan hazırdı. Pasteur'un dediği gibi "Şans hazır beyni tercih etti."

Dr. Özlem Ak

Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 576, Sayfa 22-27, Kasım, 2015.

Okuduğunuz metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Bir bilim insanın sahip olması gereken özelliklerin neler olduğunu düşünüyorsunuz?
2. Aziz Sancar'ın yaşam hikâyesinde kendisini başarıya götürdüğünü düşündüğünüz ve size ilham veren yönler nelerdir?
3. Bilimsel çalışmalarda ve toplumsal hayatta etik değerlere sahip olmanın önemini tartışınız.

B. PROJE ÇALIŞMASI

Proje Çalışması
Öz Değerlendirme
Sayfa 175 – 176

Proje adı : Örnek Bir Biyoloji Projesi

Amaç : Ulusal ve uluslararası düzeyde düzenlenen proje yarışmalarında dereceye giren bir biyoloji projesini incelemek ve sunmak

Süre : 2 hafta

Dikkat Etmeniz Gerekenler

- Bu projede sizlerden ulusal ve uluslararası düzeyde düzenlenen proje yarışmalarında dereceye giren biyoloji projelerini incelelemeniz ve bunlardan birini ele alarak sunmanız beklenmektedir.
- Bu proje çalışmasını üçer ya da dörder kişilik gruplar hâlinde yapacaksınız. Çalışma yapacağınız arkadaşlarınızı belirleyerek kendi çalışma grubunuzu oluşturmalısınız.
- Çalışmanız için bir plan oluşturmalısınız. Projenizin verimli olması ve zamanında tamamlanması için aranızda iş bölümü yaparak her bireyin sorumluluklarını belirlemelisiniz.
- Sunmak üzere seçtiğiniz projeyi bilim, toplum, teknoloji, çevre ve ekonomiye katkıları bakımından değerlendirmelisiniz.
- Projenin amacını, yöntemini, sonucunu ve sağladığı yararları içeren bir sunum hazırlamalısınız.
- Sunumunuzda seçtiğiniz projenin üstün ve eksik özelliklerine vurgulamalı, eksik yönlerin geliştirilmesi için öneriler getirmelisiniz.
- Sunumunuzda slayt, bilgisayar, televizyon, etkileşimli tahta, genel ağ, "Eğitim Bilişim Ağı" (www.eba.gov.tr) vb. kaynaklardan yararlanabilirsiniz.
- Hazırladığınız sunuyu sınıf arkadaşlarınızla paylaşmalısınız.
- Sunumunuzu 10 dakikalık sürede sunulacak şekilde hazırlamalısınız.
- Projenizi öğretmeninizin belirlediği tarihine kadar bitirmelisiniz.

C. DEĞERLENDİRME TESTİ

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

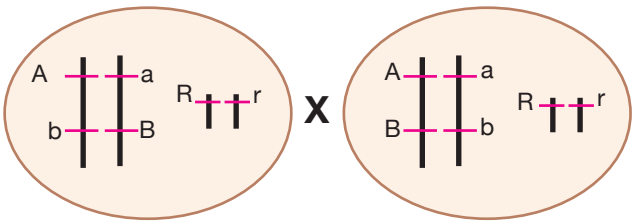
1. **AABbCCDdEeff genotipine sahip bir hücrenin oluşturabileceği gamet çeşidi sayısı aşağıdakilerden hangisidir?** (Genler bağımsızdır.)

   A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 E) 32

2. **AB Rh (–) bir anne ile O Rh (–) bir babanın aşağıdakilerden hangisinde verilen fenotipte bir çocukları olabilir?**

   A) A Rh (+) B) B Rh (+) C) AB Rh (–) D) O Rh (–) E) B Rh (–)

3. Üç farklı genin kromozom üzerindeki durumları aşağıdaki gibidir:



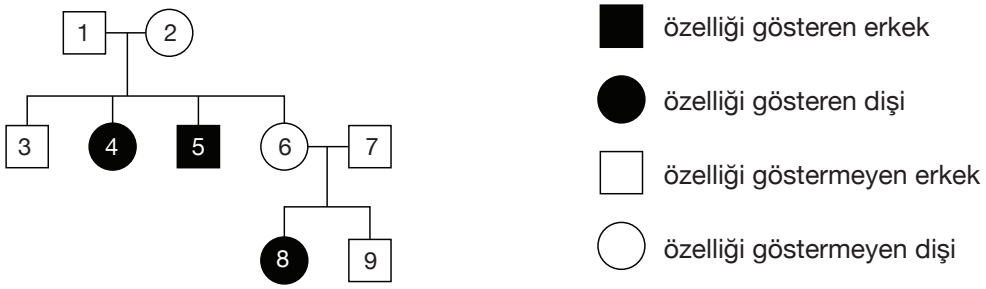
   Bu canlıların genetik çaprazlaması sonucu oluşan yavrularda aşağıdaki genotiplerden hangisi <u>görülemez</u>? (Krossing over gerçekleşmiyor.)

   A) AAbbRR
   B) AABbrr
   C) AabbRr
   D) AaBBrr
   E) aaBbRR

4. Bir buğday popülasyonunda tane verimi, soğuğa dayanıklılık, kuraklığa dayanıklılık gibi karakterlerin çeşitliliği ıslah çalışmalarında kullanılacak temel zenginliktir.

   Bitki ıslahçıları için vazgeçilmez olan bu kaynak, hangi biyolojik kavramla açıklanır?

   A) Yapay seçilim
   B) Genetik varyasyon
   C) Rekombinasyon
   D) Konjugasyon
   E) Adaptasyon



5 ve 6. soruları yukarıda verilen soyağacına göre cevaplayınız.

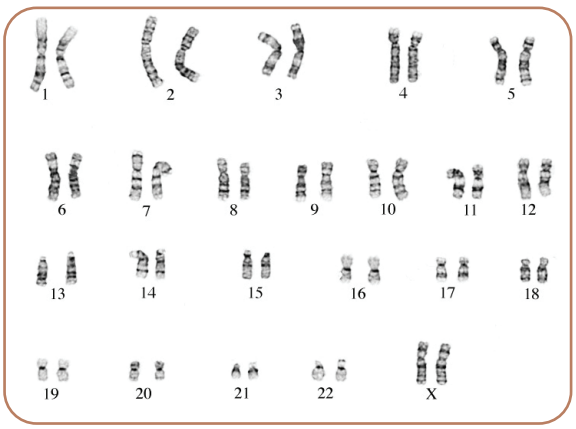
5. Yukarıdaki soyağacında verilen özelliğin kalıtım şekli aşağıdakilerden hangisine uymaktadır?

A) Otozomal dominant
B) Otozomal resesif
C) X'e bağlı dominant
D) Y'ye bağlı dominant
E) X'e bağlı resesif

6. Soyağacında verilen hangi numaralı bireylerin genotipi kesin olarak bulunamaz?

A) 1 ve 6 B) Yalnız 9 C) 6, 7 ve 9 D) 3 ve 9 E) 1 ve 7

7.



Yukarıda karyotipi verilen hücre için aşağıdaki ifadelerden hangisi söylenemez?

A) Dişi bireye aittir.
B) 22 çift otozom vardır.
C) 1 çift gonozom vardır.
D) Diploit bir kişiye aittir.
E) X kromozomundaki genlerin aleli bulunmaz.

Anne	Kan Grubu	Baba	Kan Grubu
Melike	A Rh (+)	Kerem	AB Rh (–)
Sibel	B Rh (+)	Yılmaz	O Rh (+)
Emel	O Rh (+)	Murat	AB Rh (+)
Damla	A Rh (+)	Emre	B Rh (–)
Sinem	AB Rh (–)	Cem	A Rh (+)

Yukarıdaki tabloda beş farklı çiftin kan grubu fenotipleri verilmiştir (Eşler tabloda rastgele bir sırayla yer almaktadır.). 8, 9, 10, 11 ve 12. soruları tablodaki bilgilere göre cevaplayınız.

8. **Yılmaz'ın O Rh (+) bir çocuğu oluyor. Bu çocuğun annesi tablodaki bireylerden hangisi olamaz?**

A) Sinem B) Damla C) Emel D) Sibel E) Melike

9. **Birinci çocukları B Rh (–) kan grubu olan Melike ve Murat'ın ikinci çocuklarının A Rh (+) kan grubundan olma olasılığı nedir?**

A) 1/2 B) 1/4 C) 1/8 D) 3/8 E) 1/16

10. **Damla'nın annesinin O Rh (–) kan grubundan olduğu biliniyor. Damla, Kerem ile evli olduğuna göre bunların çocukları kan grubu bakımından kaç farklı genotipte olabilir?**

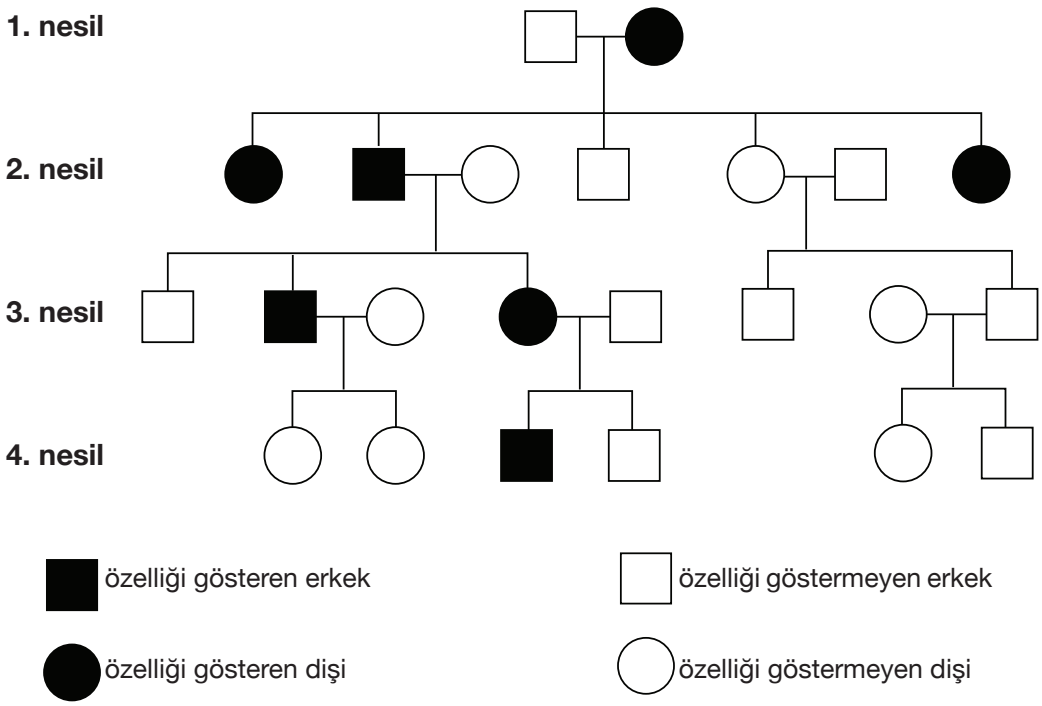
A) 2 B) 4 C) 8 D) 9 E) 12

11. **Aşağıdakilerden hangisi Yılmaz'ın annesinin kan grubu olamaz?**

A) A Rh (+) B) B Rh (–) C) O Rh (–) D) AB Rh (–) E) O Rh (+)

12. **Sinem ve Cem bir bebek beklemektedir. Doğacak bebeğin aşağıdaki kan gruplarından hangisine sahip olması, Cem'in kan grubu genotipini kesin olarak belirleyebilmemizi sağlar?**

A) A Rh (+) B) AB Rh (+) C) B Rh (+) D) AB Rh (–) E) B Rh (–)



Yukarıdaki soyağacında otozomal baskın bir hastalığın dört nesil boyunca fenotiplerde ortaya çıkma durumu gösterilmiştir. Baskın alel (A), çekinik alel (a) ile ifade edilmektedir.

13 ve 14. soruları bu soyağacına göre cevaplayınız.

13. Aşağıdakilerden hangisi kesin olarak söylenebilir?

A) Hastalığın 4. nesilde ortaya çıkışı, ani bir mutasyondan kaynaklanmaktadır.

B) 2. nesilde hastalığı gösteren dişi bireyler homozigottur.

C) Üçüncü nesildeki hasta bireyler, baskın aleli babalarından almıştır.

D) Birinci nesildeki erkek birey hetorozigottur.

E) Hastalık, dördüncü nesilden beşinci nesile aktarılamaz.

14. Soyağacında

I. AA

II. Aa

III. aa

genotiplerinden hangilerine sahip birey <u>bulunmamaktadır</u>?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

15. **Bir dişi arının çekinik bir gen bakımından homozigot olduğu bilinmektedir. Buna göre bu arıdan meydana gelen**

I. İşçi arı

II. Erkek arı

III. Kraliçe arı

bireylerinden hangisi ya da hangilerinin genotipi kesin olarak bilinir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

16. **Genetik çalışmalarda kullanılacak organizmaların**

I. Hızlı üremeleri

II. Çok sayıda döl vermeleri

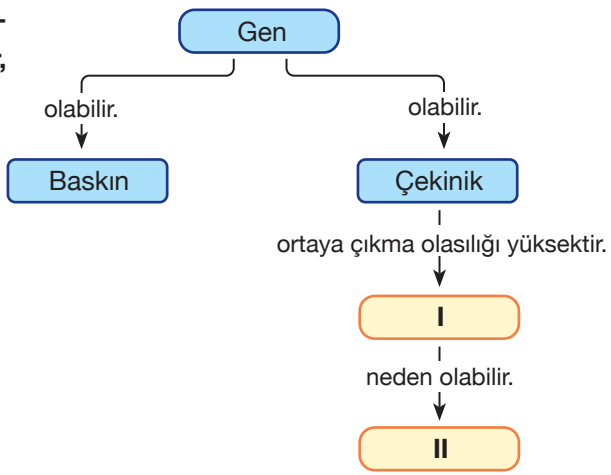
III. Belirli karakterler bakımından çeşitlilik göstermeleri

özelliklerinden hangisi ya da hangilerine sahip olması istenir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

17. **Yandaki kavram haritasında I ve II numaralı kısımlara gelecek doğru kavramlar, aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?**

	I	II
A)	Akraba evlilikleri	Kalıtsal hastalık
B)	Kalıtsal hastalık	Mutasyon
C)	Mutasyon	Eşeye bağlı kalıtım
D)	Eşeye bağlı kalıtım	Kalıtsal hastalık
E)	Akraba evlilikleri	Mutasyon



18. **İnsanda eşeyin belirlenmesinde**

I. Gonozom

II. Otozom

III. Baskın aleller

faktörlerinden hangisi ya da hangileri etkilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

19. **Bir canlı türüne ait bireylerin birbirinden farklı genetik yapılara sahip olmasında**

I. Mutasyon

II. Mitoz

III. Döllenme

IV. Mayoz

olaylarından hangilerinin etkisi olabilir?

A) I ve II B) II ve IV C) II ve III D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

20. Genler arasındaki mesafenin bilinmesi, genlerin kromozom üzerindeki yerlerinin belirlenmesi için fayda sağlar.

Bu amaçla aşağıdaki biyolojik olaylardan hangisinden yararlanılır?

A) Replikasyon B) Rastgele dağıtım

C) Krossing over D) Mutasyon

E) Ayrılmama

21. **Genetik kavramlarla ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Bir canlının fenotipi, genotipten ve çevre koşullarından etkilenir.

B) Belirli bir özellik bakımından çekinik fenotipli bir bireyin genotipi heterozigot olabilir.

C) Diploid bir hücrede her özellik için iki gen vardır.

D) Bir canlının sahip olduğu genlerin toplamı onun genotipini verir.

E) Üreme hücrelerinde bir genin alellerinden sadece biri bulunur.

Ç. BİLİMSEL SÜREÇ

Bir genetik uzmanı olduğunuzu ve bir çiftin aile kurmadan size başvurduğunu düşününüz. Erkek kardeşi hemofili, kendisi sağlıklı olan kadın evlendiğinde çocuğunun hemofili hastası olmasından endişe etmektedir. Ona, bu durumla ilgili endişesinde haklı olup olmadığını nedenleriyle birlikte açıklayınız.

D. BİLİM, TEKNOLOJİ VE TOPLUM

Günümüzde insan karyotipi kolaylıkla belirlenerek öğrenme güçlüğüne yol açan kalıtsal bazı hastalıkların doğum öncesi ya da bebeklikte tespit edilmesi mümkündür. Bu testin bebeklere uygulanıp uygulanmaması konusunda görüş farklılıkları vardır. Bir görüşe göre bireyin ileride yaşayacağı sorunların bilinmesi karşılaşılacak sorunlara karşı ailenin hazırlıklı olmasını, çocuğun ve ailenin eğitiminin erken dönemde planlanmasını sağlayacağından bir avantajdır. Diğer bir görüşe göre ise bu test etik değildir; çocuğun zihinsel faaliyetleri ve yeterliliği konusunda ön yargılara, toplumda ikinci sınıf bir muamele görmesine yol açacağından kaygı vericidir. Bu konuda sizin düşünceleriniz nedir? Tartışınız.

3. ÜNİTE
EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

FOTOĞRAFTA NE GÖRÜYORSUNUZ?

Trabzon ilimizde bulunan Uzungöl Özel Çevre Koruma Bölgesi, dünyanın önemli biyolojik çeşitliliğe sahip bölgelerinden biri olan Kafkasya Ekolojik Bölgesi içerisinde bulunmaktadır. Alan; eşsiz orman, yüksek dağ ve akarsu ekosistemleri ile çok sayıda yaban hayvanı (memeli, kuş, sürüngen, kurbağa, balık, böcek vb.) türüne ev sahipliği yapmaktadır.

YAŞAMIMIZIN NERESİNDE?

Yaşamınızı paylaştığınız canlı ve cansız çevreyi ne kadar tanıyorsunuz? Bulunduğunuz bölgede göl, orman, akarsu gibi doğal alanlar varsa buralarda çok çeşitli bitki, hayvan ve cansız varlıkları gözlemleyebilirsiniz. Eğer yaban hayatına uzak bir yerleşim yerindeyseniz kedi, köpek, böcek ve kuş türleri gibi canlılar; hava, su, toprak gibi cansızlar yaşamınızın birer parçasıdır. İçinde yaşadığımız ve bir parçası olduğumuz sistemi anlamak ve korumak için bu canlı ve cansız varlıklar arasındaki ilişkiyi kavramamız gerekir.

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede;

- Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklayacaksınız.
- Canlılardaki beslenme şekillerini örneklerle açıklayacaksınız.
- Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz edeceksiniz.
- Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasında ilişki kuracaksınız.
- Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve olası sonuçlarını değerlendireceksiniz.
- Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolünüzü sorgulayacaksınız.
- Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunacaksınız.
- Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini açıklayacaksınız.
- Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini sorgulayacaksınız.
- Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözüm önerilerinde bulunacaksınız.

3. ÜNİTE

3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

3.3. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Ders kitabına ait EBA içeriğine yönlendirir.

Ünite konularının bir özetini içeren videoya yönlendirir.

1. BÖLÜM

ÖĞRENECEĞİNİZ KAVRAMLAR / TERİMLER

- Ekoloji
- Besin ağı
- Ayrıştırıcı
- Popülasyon
- Madde döngüsü
- Komünite
- Biyolojik birikim
- Enerji piramidi
- Besin piramidi
- Ekosistem
- Besin zinciri
- Holozoik
- Ototrof
- Heterotrof

3.1. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ

Her canlı, yaşamsal gereksinimlerini karşılamak üzere hem diğer canlılarla hem de cansız varlıklarla sürekli etkileşim hâlindedir. Bu bölümde, canlı ve cansızlar arasındaki ilişkileri keşfedecek; canlılardaki beslenme ilişkilerini, canlı ve cansızlar arasındaki madde ve enerji akışını öğreneceksiniz.

Düşün Bul

- Çevrenizde yaşayan hangi canlıları biliyorsunuz? Bu canlıların birbirleri ve cansız çevreleriyle ilişkilerine örnek veriniz.
- İnsan, canlı ya da cansız çevreye bir müdahalede bulunduğunda bunun sonuçları insanları nasıl etkiler?

3.1.1. Ekolojinin Temel Birimi: Ekosistem

Biyolojinin alt bilim dallarından olan **ekoloji**, organizmaların birbirleri ve çevreleri ile etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır.

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ

Ekoloji terimi; Yunanca ev, yaşanılan yer ve barınak anlamlarına gelen "eko (oikos)" ve bilim anlamına gelen "loji (logos)" kelimelerinden elde edilmiştir.

Ekoloji alanında çalışan bilim insanlarına **ekolog** denir. Ekolojik çalışmalarda fizik, kimya, matematik, istatistik, jeoloji, coğrafya, moleküler biyoloji, biyokimya, fizyoloji gibi bilim dallarından da faydalanılır. "Gün uzunluğu belirli bir bölgedeki bitki türlerinin gelişimini nasıl etkiler?", "Bir gölde yaşayan sazan balıklarının sayısının azalmasının nedenleri nelerdir?" gibi soruların cevapları ekoloji bilimi kapsamında araştırılır.

Ekologlar; popülasyon, komünite veya ekosistemlerle ilgili çalışmalar yapabilirler. Bu terimleri ve çalışma alanlarını anlamak için kırsal bir alanda ne gibi ekolojik çalışmalar yapabileceğimizi tartışalım. Örneğin bir alanda bulunan bir geyik türüne ait bireylerin ne ile beslendikleri, hangi canlılara av oldukları, kuraklık veya yağış gibi faktörlerden nasıl etkilendikleri gibi sorular ekolojinin araştırma konusu olabilir.

Ortak bir atadan gelen, doğal şartlarda serbest olarak üreyip verimli döller meydana getiren bireyler topluluğuna **tür** adı verildiğini biliyorsunuz. Aynı alanda yaşayan, aynı türe ait canlıların oluşturduğu topluluğa ise **popülasyon** denir. Görsel 3.1'de bir geyik popülasyonuna ait bireyler görülmektedir. Ekolojide bireylerle ilgili çalışmalardaki temel birim popülasyondur.

İncelediğimiz geyik türü, diğer canlılarla etkileşim hâlindedir. Örneğin alandaki aslan gibi yırtıcı canlıların sayısı, geyiklerin sayısını etkiler. Bu alandaki geyik, aslan, bitki gibi canlılar arasında farklı etkileşimler vardır. Belirli bir alandaki canlı varlıkların tamamı **komünite** adını alır. Komünite, farklı canlı türlerinden oluşur. İki komünitenin kesiştiği alanlar **ekoton** olarak adlandırılır. Ekotonlarda tür sayısı fazla, türlerin birey sayısı azdır.

Görsel 3.1: Geyik popülasyonu

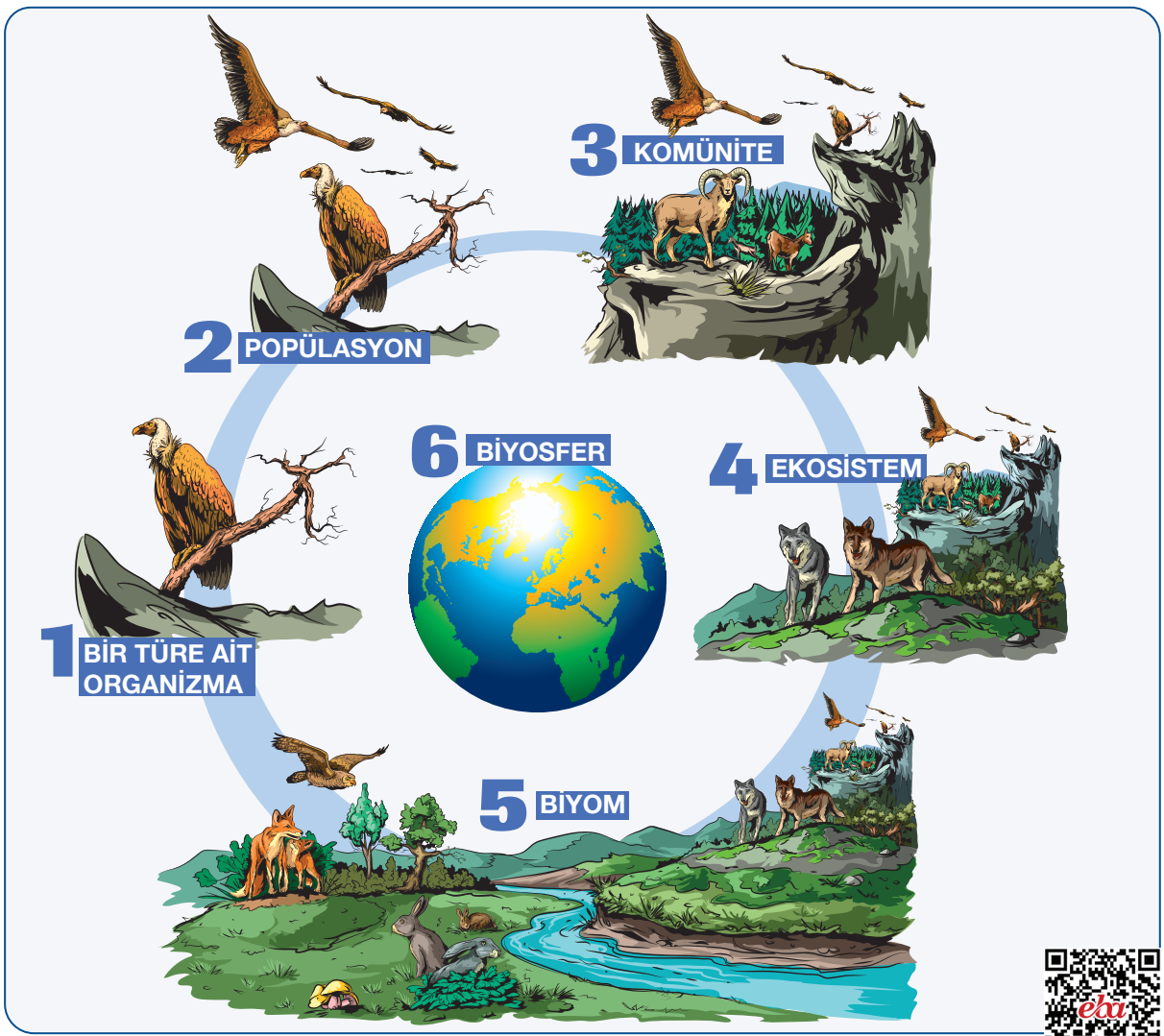
Bitkiler ve hayvanlar, yaşadıkları ortamın fiziksel çevresini değiştirirken aynı zamanda yaşadıkları ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden de etkilenir. Ekosistemi oluşturan canlı ve cansız varlıklar ayrılmaz bir bütünü oluşturur. Örneğin bir parça toprakta mikroorganizmalar, bitkiler, hayvanlar, organik ve inorganik maddeler karışmış durumdadır. Birbirleri ile etkileşim hâlinde olan canlı ve cansız varlıkları kapsayan bu sisteme **ekosistem** adı verilir. Dünya, çeşitli canlılara yaşam olanağı sunan çok büyük bir ekosistem gibidir. Denizler ve okyanuslar gibi tuzlu sulardan akarsulara ve göllere, toprak yüzeyinden yerin belirli bir derinliğine ve atmosferin belirli bir katmanına kadar canlı varlıklara rastlamak mümkündür. Kendine özgü iklim özelliklerine ve canlı türlerine sahip büyük ölçekli kara ya da su ekosistemlerine **biyom** adı verilir. Biyomlara örnek olarak tropikal yağmur ormanları ve tundra verilebilir.

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ

Doğal olarak yaşadığı ekosistemden başka bir ekosisteme giren ve burada aşırı çoğalıp ekosistemdeki diğer türleri etkileyen türler **istilacı tür** olarak adlandırılmaktadır. İstilacı türler girdikleri ekosistemin doğal türleri için tehdit oluşturmaktadır.

Dünya'da canlı varlıkların yaşadığı alanların tümü **biyosfer** adını alır. Biyosfer, yerküredeki tüm canlıları ve cansız varlıkları kapsar. Biyolojik organizasyonlar arasında en kapsamlı düzey biyosferdir.

Buraya kadar öğrendiğimiz ekolojik birimleri Şekil 3.1 üzerinde inceleyelim.



Şekil 3.1: Ekolojik birimler ve bunlar arasındaki ilişkiler

Yeryüzündeki bütün canlılar birbirleri ve hava, su, toprak gibi cansız çevre ile etkileşim hâlindedir. Fotosentez ile besin üreten bitkiler, topraktaki ayrıştırıcı canlılara ve azot bağlayan bakterilere; tüketici grubundaki hayvanlar ise bitkilere, hayvanlara, mikroorganizmalar gibi diğer canlılara gereksinim duyar. Ayrıca canlılar besin, barınak, üreme gibi gereksinimleri nedeniyle de canlı ve cansız çevreleri ile etkileşim hâlindedir. Sistemin canlı ve cansız bileşenleri arasında dengenin sürmesi yaşamın devamlılığını sağlar.

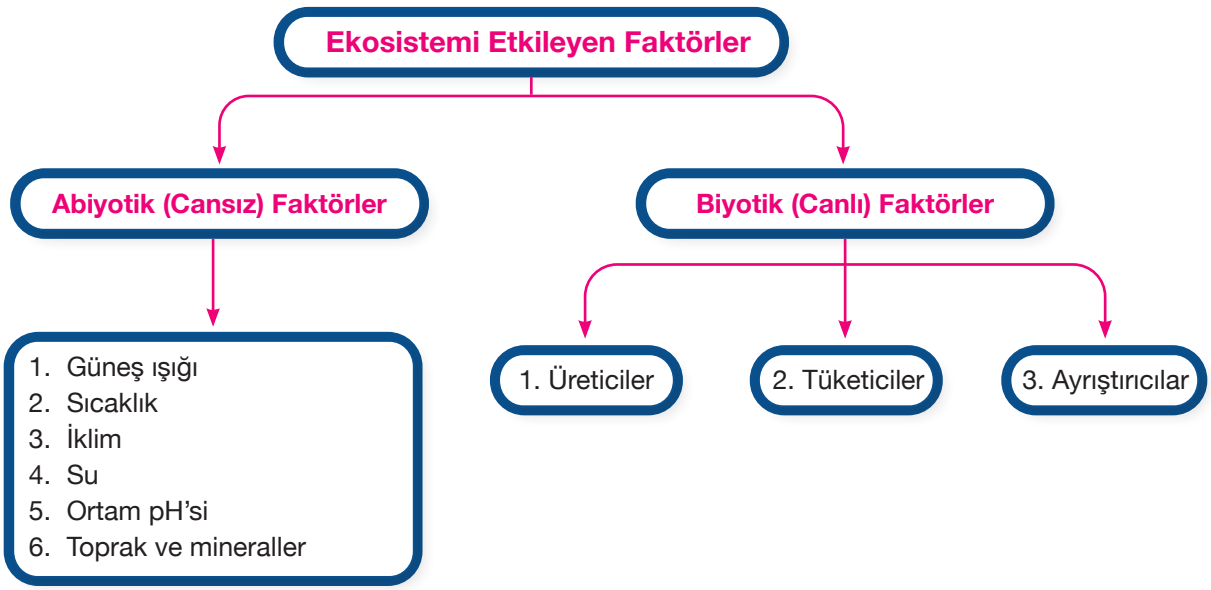
Ekosistemde oluşabilecek herhangi bir değişikliğin sistemdeki olası sonuçları neler olabilir?

Görsel 3.2: Arılar, bulundukları ekosistemde anahtar rol oynayan canlılardır.

Yukarıdaki sorunun cevabı, bir örnek üzerinden açıklanabilir. Görsel 3.2'de görülen arılar, son yıllarda sayıları giderek azalan canlılardır. Bu durum, bilim insanlarını endişelendirmektedir. Arıların neslinin tükenmesinin diğer canlılar için büyük bir felaket olduğu öngörülmüştür. Arılar, ekolojik denge için hayati bir öneme sahip canlılardır. Bir kovanda ortalama 80 bin arı yaşar. Çiçek ve bitki türlerinin tüm polenleri arıların ayaklarına yapışır. Arılar, konduğu binlerce farklı bitki türünün üremesini sağlar. Bunlar arasında kabak, kavun, çilek ve tüm meyveler vardır. Bu kadar çok sayıda ve çeşitteki bitkinin tozlaşmasında arılar rol alır. Sadece bir kovandaki arılar bir gün içinde yüz binlerce çiçeğin tozlaşmasını sağlayabilir. İşte bu döllenmenin sona ermesi, bu bitkilerin yok olması anlamına gelmektedir. Bu da önce bu bitkilerle beslenen hayvanların, daha sonra da insanların ölmesine yol açabilir. Bu örnek ekosistemdeki bir değişikliğin nasıl küresel sonuçlar doğurabileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

A. Ekosistemi Etkileyen Faktörler

Yağışın ve sıcaklığın çok fazla olduğu tropikal yağmur ormanları gibi yaşam alanlarında zengin tür çeşitliliği ve çok sayıda canlı bulunur. Çöller ve kutuplar gibi yaşam şartlarının zor olduğu yerlerde ise tür çeşidi ve sayısı azdır. Birbirinden farklı olan bu iki ortamda iklim, su, toprak yapısı gibi ekosistemin cansız ögeleri de farklıdır. Buna bağlı olarak da canlı çeşidi ve sayısı farklıdır. Bir ekosistemin cansız ögelerine **abiyotik faktörler**, canlı ögelerine ise **biyotik faktörler** denir. Ekosistemi etkileyen abiyotik ve biyotik faktörler aşağıdaki gibi gösterilebilir:



I. Abiyotik Faktörler

Bir türün bireylerinin doğal olarak yaşabildiği ve üreyerek neslini devam ettirdiği alana **habitat (yaşam alanı)** denir. Abiyotik faktörler, canlıların habitatlarının belirlenmesinde ve yeryüzüne dağılımlarında önemli rol oynar. Bunlar ışık, sıcaklık, iklim, su, ortam pH'si, toprak ve mineraller vb. olarak sıralanabilir. Bu faktörler ile canlılar arasındaki ilişkinin araştırılması, ekolojinin temel çalışma konuları arasında yer alır.

a. Güneş Işığı

Görsel 3.3'teki gibi bitkilerin fotosentez olayında enerji kaynağı olarak güneş ışığına gereksinim vardır. Fotosentez gerçekleşmezse bir süre sonra hem yeryüzündeki temel besin kaynakları tükenir hem de Dünya oksijensiz kalır. Yeryüzündeki ekosistemlerin devamlılığı, ışık enerjisinin devamlılığına bağlıdır.

Işığın şiddeti ve gün içindeki ışık alma süresi (gün uzunluğu), bitkilerin büyümesini ve çiçeklenmesini doğrudan etkiler. Işık, suda yaşayan canlıların da dağılımını belirleyen önemli bir faktördür. Deniz ve göllerde, ışığın ulaştığı derinliğe bağlı olarak dikey bir tabakalaşma vardır. Yüzeyin altında fotosentez devam ederken belirli bir derinliğin altında fotosentez durur. Buna bağlı olarak da oksijen yoğunluğu azalacağı için hayvanlar için elverişsiz şartlar oluşur.

Günlük ışık alma süresi, mevsimsel ve biyolojik ritimlerin oluşmasında etkilidir. Örneğin hayvanlarda üreme periyodu, kış uykusu, göç gibi davranışların uyarılmasında ışığın şiddeti ve süresinin rolü vardır. Laboratuvarda yaz aylarına özgü aydınlatma koşullarında tutulan kuşların kış ortasında salıverildiğinde kuzeye göç ettiği saptanmıştır.

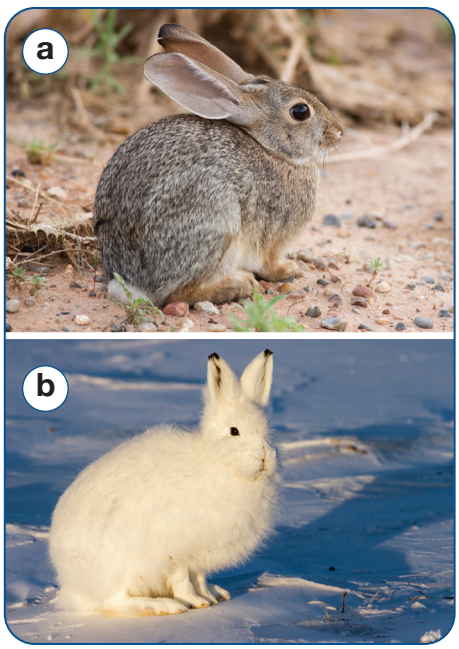
Görsel 3.3: Güneş ışığı, bitkilerde fotosentez ve çiçek açma gibi olayları etkileyen önemli bir abiyotik faktördür.

b. Sıcaklık

Sıcaklık, iklimlerin ve hava hareketlerinin oluşmasını etkileyen önemli ekolojik faktörlerden biridir. Bildiğiniz gibi canlılık olaylarını gerçekleştiren enzimlerin yapısı ve çalışma hızı sıcaklıktan etkilenir. Canlılar kendileri için en uygun sıcaklık aralıklarında yaşamlarını sürdürebilir.

Sıcaklık, karasal ekosistemlerde enlem derecelerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu da bitkilerin yeryüzünde yayılışlarını belirleyen önemli bir etkendir. Sularda da karadaki kadar olmamakla birlikte, bölgesel ve mevsimsel sıcaklık değişimleri canlı türlerinin dağılımını etkiler.

Doğada, yüksek sıcaklıklarda, düşük sıcaklıklarda veya her iki ortamda da yaşamaya uyum sağlamış canlılar vardır. Örneğin Görsel 3.4'te verilen iki tavşan türünden çöl tavşanı yüksek, kutup tavşanı düşük sıcaklıklara uyum sağlamıştır. Ortam sıcaklığı canlının uyum sağlayabileceği sınırları aştığında canlıda metabolik anormallikler ortaya çıkar. Sıcaklık artmaya devam ederse bu durum ölüme yol açabilir. Sıcaklığın tolerans sınırlarının altına düşmesi de benzer şekilde metabolizmada bozulmalara ve ölüme neden olabilir.

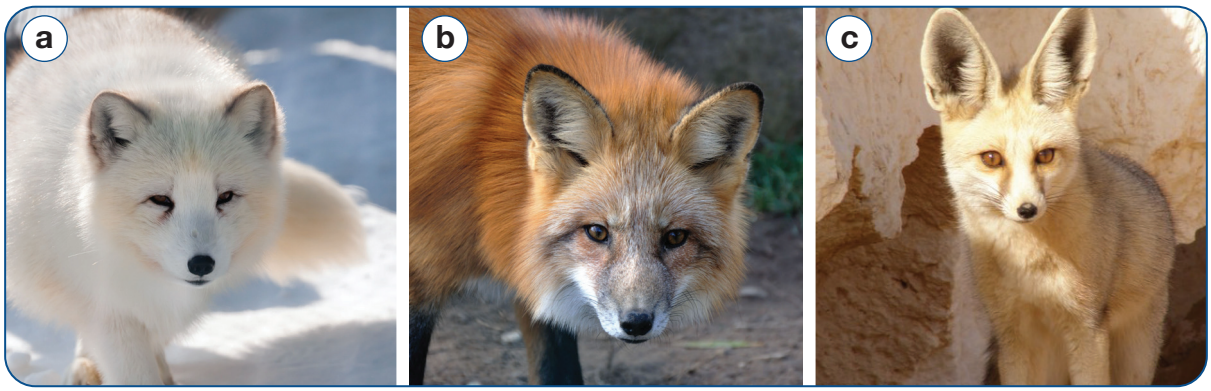


Görsel 3.4: a) Çöl tavşanı
b) Kutup tavşanı

Bazı canlılar, belirli bir seviyeye kadar dış ortam şartlarındaki değişikliklere göre vücutlarının iç dengesini düzenler. Örneğin memeliler, bulundukları çevrenin sıcaklığında belirli sınırlar içinde meydana gelen değişimlere rağmen vücut sıcaklıklarını yaklaşık 37°C'ta sabit tutabilir. Bunlar **vücut sıcaklığı sabit** canlılardır. Bazı canlılar ise çevre sıcaklığı azaldığında ısı kaybeder, vücut sıcaklığını koruyamaz. Bunlar **vücut sıcaklığı değişken** canlılardır. Örneğin ortam sıcaklığı düştüğünde yılan, kurbağa ve kertenkele gibi canlıların vücut sıcaklığı ve metabolizma hızları yavaşlar. Sıcaklık artınca da aktiviteleri belirli bir süre artar, daha sonra yavaşlar. Vücut sıcaklığı değişken canlılarda bazen yüksek sıcaklıklarda yaz uykusu, bazen de düşük sıcaklıklarda kış uykusu görülür.

Sıcaklık, hayvanların vücut ve uzuv büyüklüğünü de etkileyen bir faktördür. Kuzey enlemlerde yaşayan vücut sıcaklığı sabit hayvanlar, sıcak bölgelerde yaşayanlara göre daha büyük olma eğilimindedir. Vücut sıcaklığı sabit hayvanların kuzey bölgelerde yaşayanlarında kulak, burun ucu gibi uzuvlar küçüktür. Böylelikle ısı kaybı en aza indirilir. Sıcak ortamlarda ise uzuvlar büyük olur. Bu da fazla ısının uzaklaştırılmasını sağlar. Vücut sıcaklığı değişken hayvanlarda bunun tam tersi özellikler gözlenir. Bu hayvanlar soğuk ortamlarda daha küçük vücut yapısına sahiptir.

Soğuk bölgelerde yaşayan kutup ayısı, kar tavşanı, kutup tilkisi gibi hayvanlar sıcak bölgelerde yaşayan akrabalarından daha açık renklidir. Bu özellik, kar örtüsünde saklanmayı ve güneş ışınlarının deriden geçişini kolaylaştırır. Görsel 3.5'te görülen kutup tilkisi ılıman iklimde yaşayan kızıl tilkiye göre daha az pigmentlidir ve bu tilki türünde kulak, burun gibi uzuvlar küçüktür. Çöl tilkisinde ise geniş kulaklar, vücuttaki fazla ısıyı uzaklaştırmaya yarar.



Görsel 3.5: a) Kutup tilkisi b) Kızıl tilki c) Çöl tilkisi

c. İklim

Dünya'nın belirli bir alanında, uzun yıllar boyunca görülen meteorolojik olayların ortalama değeri **iklim** olarak tanımlanır. İklim koşulları canlıların gelişimlerini ve yeryüzündeki dağılımlarını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Işık miktarının mevsimlere göre değişimi; sıcaklık, nem, yağış gibi fiziksel etkenler, bölgenin denizden yüksekliği ve Ekvator'a uzaklığı iklimlerin oluşumunda rol oynar. Ayrıca bir bölgedeki bitki örtüsü, volkanik aktiviteler, atmosferdeki toz miktarı ve rüzgâr da iklimi etkileyebilir.

Ülkemizde bitki örtüsünün ve yetişen kültür bitkilerinin dağılımı, bize iklim faktörünün ekolojik etkisi hakkında fikir verir. Coğrafi konum ve yeryüzü şekillerindeki farklılıklar nedeniyle ülkemizde farklı özellikte iklim tipleri ortaya çıkmıştır. Kıyı bölgelerinde denizlerin etkisiyle daha ılıman iklim özellikleri görülür. Dağların konumu deniz etkilerinin iç kesimlere girmesini engeller. Bu nedenle iç kesimlerinde karasal iklim özellikleri görülür. Akdeniz ikliminin görüldüğü yerlerde doğal bitki örtüsü makidir. Sıcaklık ve nem koşullarının uygun olması nedeniyle bu alanlarda tropikal meyveler yetiştirilebilir. Nemli ılıman kıyı ikliminin görüldüğü Karadeniz Bölgesi gibi yerlerde ise temel bitki örtüsü ormandır. Yüksek kesimlere doğru çayırlar görülür. Kıyıdan iç kesimlere doğru denizin etkisi azaldığı için bozkırlar görülmeye başlar. Bu örnekler, iklimin canlıların dağılımına etkisini göstermektedir.

ç. Su

Su canlılar için fizyolojik bir gereksinimdir. Suyun kendine özgü kimyasal yapısı ve özellikleri enzimlerin çalışması, taşıma, boşaltım gibi metabolik olaylar için bu maddenin vazgeçilmez olmasına neden olur. Su, canlıların gelişimini ve dağılımını etkileyen önemli bir abiyotik faktördür.

Yeryüzündeki suyun %96,5'i denizlerdedir. Geri kalan kısmı ise göl, akarsu, yer altı suyu şeklinde (tatlı su olarak) bulunur. Deniz, göl gibi sucul ekosistemlerde yaşayan canlılar, hücre içindeki osmotik dengeyi korumaya çalışır. Tuzlu sulardaki canlılar su kaybını, tatlı sulardakiler ise hücreye fazla su girmesini engelleyecek adaptasyonlara sahiptir. Bu duruma tuzlu su balıklarında solungaçlardan tuz atılması, tatlı suda yaşayan bir hücrelilerde ise kontraktil kofullardan su atılması örnek verilebilir. Buna göre tuzlu su ve tatlı su ekosistemlerinde birbirinden farklı özelliklere sahip bitki ve hayvanlar yaşar.

Görsel 3.6'da görüldüğü gibi su kaynakları karasal ekosistemlerde belirli alanlarda bulunur ve sınırlıdır. Karadaki canlılar boşaltım ile su kaybeder. Bunlarda su kaybına karşı çeşitli adaptasyonlar mevcuttur. Kurak yaşam ortamlarında bu ortamlara uyabilen sınırlı sayıda bitki ve hayvan yaşamını sürdürür. Örneğin kurak ekosistemlerin en sık rastlanan canlılarından olan böcek ve sürüngenler, buharlaşmayı önleyen pul, plaka gibi vücut örtülerine sahiptir. Bu canlılar, su bakımından fakir boşaltım maddeleri ile su kaybını en aza indirir.

Görsel 3.6: Yeryüzündeki suyun az bir kısmı, tatlı su kaynakları şeklinde karasal ekosistemlere dağılmıştır.

d. Ortam pH'si

Sudaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonunu ifade eden pH, asitlik ya da bazlığın bir göstergesidir. Bildiğiniz gibi bir çözeltinin pH'si, 0 ile 14 arasında değerler alır. pH 7 değeri nötrdür. pH 7'nin altına indikçe asitlik, üzerine çıktıkça bazlık artar.

pH, sudaki birçok kimyasal ve biyolojik olayı etkiler. Bu nedenle sucul ekosistemlerdeki türlerin dağılımını sınırlayan en önemli abiyotik faktörlerden biridir. Deniz suyunun pH'si çoğunlukla değişmez. Ancak tatlı su ve toprakta pH değerleri daha değişkendir. Bunun başlıca nedenleri arasında fabrika atıklarının arıtılmadan sulara verilmesi, kanalizasyonların boşaltılması ve tarım ilaçları gibi toprağa verilen kirleticilerin sucul ekosistemlere taşınması sayılabilir. Görsel 3.7'de çeşitli atık suların su kaynaklarına verilişi görülmektedir.

Görsel 3.7: Sulara bırakılan atıklar, pH değişikliklerine neden olarak sudaki biyotik faktörleri etkiler.

Tatlı sulardaki pH değerinin 6.5 ile 9 arasında değişmesi doğal kabul edilir. pH değerinin bu aralığın dışında olması, birçok türde üremeyi, gelişmeyi olumsuz etkileyebilir; hastalıklara ve ölüme neden olabilir. Sudaki pH değişiminden olumsuz etkilenen canlıların başında algler, planktonlar ve balıklar gelmektedir.

Genel olarak her toprak tipinin kendi özgü pH değeri vardır. Ancak bilinçsizce kullanılan gübreler, asit yağmurları, kimyasal atıklar, tarım ilaçları, kanalizasyon atıkları ve çöpler toprakta birikir ve toprak pH'sini değiştirir. Toprak pH'sinin değişimi, bitkileri ve bunlarla beslenen diğer canlıları etkiler. Ayrıca toprakta yaşayan ve çürümeyi sağlayan mikroorganizmaların aktiviteleri azalır. Organik maddeler parçalanmadan daha uzun süre toprakta kalır. Toprağın su tutma, havalanma gibi canlılar için önemli özellikleri azalır.

e. Toprak ve Mineraller

Toprak, uzun bir zaman içinde yeryüzünün kabuk kısmını oluşturan kayaçların su, rüzgâr, sıcaklık değişimleri vb. faktörler sonucu parçalanmasıyla oluşur. Toprak, yeryüzünü ince bir tabaka hâlinde kaplayan, kayaların ve organik maddelerin değişik ayrışma ürünlerinin karışımından meydana gelen bir varlıktır. Toprak, içerdiği canlı varlıklarla bir bütün oluşturur.

Canlılar toprağın yapı ve bileşiminden etkilenirken bir yandan da toprak yapısını ve oluşumunu etkiler. Örneğin mikroorganizmalar organik maddelerin parçalanmasını, solucanlar açtıkları kanallarla toprağın hava almasını, köstebek gibi hayvanlar açtıkları tünellerle toprağın karıştırılmasını sağlar.

Toprak, bitkiler için tutunma yüzeyi, su ve besin kaynağıdır. Birçok mikroorganizma için yaşama ortamıdır. Hayvanlar da dolaylı olarak ya da doğrudan toprağa bağlıdır. Toprağın fiziksel yapısı ve mineral bileşimi, bitkilerin ve onlar üzerinden beslenen hayvanların yayılışını etkiler. Toprağın yapısı, bir bitki için oldukça önemlidir. Çünkü bildiğiniz gibi bitkiler için inorganik maddelerin kaynağı topraktır. Bu nedenle mineraller ve organik maddeler açısından toprağın zengin olduğu bölgelerde bitki örtüsü gürdür. Görsel 3.8'de verilen humuslu topraklar tarıma elverişlidir. Kayalık ya da toprağın killi veya aşırı tuzlu olduğu arazilerde ise bitki gelişimi olumsuz etkilenir. Diğer taraftan bitki örtüsünün tahrip edildiği alanlarda toprağın üst yüzeyi erozyonla aşınır ve verimli toprak örtüsü kaybolur.

Görsel 3.8: Humuslu topraklar besin maddelerince zengindir.

II. Biyotik Faktörler

Beslenme, barınak, korunma, üreme gibi gereksinimleri için bütün organizmalar doğrudan ya da dolaylı olarak başka canlılara bağlıdır. Ekosistemin canlı bileşenleri **biyotik faktörler** olarak adlandırılır.

Ekosistemlerin yapı ve fonksiyonları üzerinde her bir canlının bir rolü bulunmaktadır. Bir türün kendi çevresindeki biyotik ve abiyotik kaynakları kullanması ile ilgili durumuna o türün **ekolojik nişi** denir. Canlıları ekolojik nişlerine göre üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olarak üç ana gruba ayırabiliriz. Ekosisteme giren enerji, üreticiler tarafından sentezlenen besin maddelerinin yapısında depolanır ve beslenme yoluyla tüketici canlılara geçer. Üretici ve tüketici canlıların atıkları veya ölümleri ile ortaya çıkan organik maddeler ayrıştırıcılar tarafından parçalanarak inorganik maddelere dönüştürülür. Böylelikle bu inorganik maddeler yeniden biyotik faktörlerin kullanımına hazır hâle gelir.

GEZELİM, GÖRELİM VE ÖĞRENELİM

Öğretmeninizin rehberliğinde çevrenizdeki göl ya da akarsu kenarı, orman vb. doğal bir alana bir gezi düzenleyiniz. Gezi öncesinde, gideceğiniz alanın coğrafi konumu, bulunduğu bölgenin iklimi, yüksekliği vb. özellikleri hakkında bilgi toplayınız.

Ekosistemin ve bu ekosistemi oluşturan varlıkların fotoğraflarını çekiniz. Gözlemleyebildiğiniz tüm abiyotik ve biyotik faktörleri listeleyiniz. Gözlemlediğiniz canlılardan birini seçerek bu canlının çevreye uyumunu, beslenme şeklini ve enerji döngüsündeki yerini belirleyiniz.

İncelediğiniz alanla ilgili tüm verileri bir rapor hâlinde düzenleyiniz. Hazırladığınız rapor ve çektiğiniz fotoğraflarla bir pano hazırlayarak edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Aşağıdaki etkinlikte, ekosistem ile ilgili öğrendiğiniz bilgilerin ışığında kısa bir film hazırlayınız ve filminizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Öz Değerlendirme, Proje Çalışması, Sayfa 175-176

ETKİNLİK 3.1

KISA FİLM ÇEKELİM

Amaç: bir ekosistemi tanıtan kısa film hazırlamak

Araç ve gereçler: not defteri, kurşun kalem, film çekmek için bir cihaz (kamera, tablet veya akıllı telefon kamerası), çekilen filmi kaydetmek ve sınıf ortamında bir projektörde oynatılmasını sağlamak için hafıza kartı, CD ya da harici bellek

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda üçer ya da dörder kişilik gruplar oluşturunuz. Grup içinde tartışıp, fikir birliğine vararak tanıtıcı bir kısa film çekmek üzere bir ekosistem seçiniz.
2. Grup arkadaşınızla iş birliği yapınız.
3. Grup içinde sorumluluğunuzu yerine getiriniz. Sunumunuzu öğretmeninizle kararlaştırdığınız tarihte yapınız.
4. Seçtiğiniz ekosistemi tanıtan bir kısa film hazırlayınız. Bunun için aşağıdaki kısa film hazırlama aşamalarını izleyiniz.

Konu araştırması: Seçtiğiniz ekosistemin özellikleri hakkında çeşitli kaynaklardan bilgi toplayınız. Filminizde anlatmak istediğiniz temel unsurları belirleyiniz. Bu amaçla grup arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız. Görüntüleri kaydedeceğiniz mekânları belirleyiniz.

Hikâye tahtası oluşturma: Hikâye tahtası, çekim planınızı oluşturmanıza yarar. Zihninizdeki fikirleri görselleştirmek amacıyla çizilen karalamalar, çekilen fotoğraflar veya yapılan renkli resimlerdir. Hikâye tahtasının çizim veya grafik açısından profesyonel olması önemli değildir. Burada önemli olan hikâye tahtasının planların nasıl çekileceğini göstermesi ve süreci net bir şekilde anlatmasıdır. Hikâye tahtalarının standart bir formatı yoktur. Kitabınızın 177. sayfasındaki hikâye tahtası çekim planlarınızı görselleştirmenizde size yardımcı olacaktır. Numaralandırılmış kutucuklara çekim planlarınızı çiziniz. Kutucukların altlarına sahnelerin açıklamalarını yazınız.

Metinlerin yazılması: Filminizi çekerken -varsa- planladığınız sahnelerdeki konuşmaları yazınız.

Çekimin planlanması ve çekim: Çekimde kullanılacağınız ekipman, mekânlar ve diğer gereksinimler ile ilgili hazırlıkları yapınız. Hazırladığınız metin ve hikâye tahtasını takip ederek çekimi yapınız.

Çekim sonrası: Görüntüleri kaydederek bilgisayar ortamına aktarınız. Sahnelerle ilgili düzenlemeleri yapınız. Dilerseniz filminizi müzik ve seslerle zenginleştiriniz.

5. Video kaydınızı sınıfınızda sununuz.
6. Kendi sunumunuz sırasında karşılaşmak istediğiniz davranışları dikkate alarak diğer grupların yaptığı çekimleri birlikte izleyiniz ve yapıcı eleştirilerde bulununuz.

3.1.2. Canlılarda Beslenme Şekilleri

Canlılardaki farklı beslenme şekilleri, biyotik ve abiyotik faktörler arasında çeşitli etkileşimlerin ortaya çıkmasına yol açar. Üretici, tüketici ve ayrıştırıcılar arasındaki etkileşimleri daha detaylı olarak ele almadan önce canlılarda görülen beslenme şekillerini inceleyelim.

Beslenme, canlıların ortak özelliklerinden biridir. Bununla birlikte canlılarda birbirinden oldukça farklı beslenme şekilleri görülür. Canlılarda görülen beslenme şekillerini genel olarak ototrof, heterotrof ve hem ototrof hem heterotrof olarak gruplandırabiliriz.

A. Ekosistemin Üreticileri: Ototroflar

SIRA SİZDE

Bir ekosistemdeki üretici canlıların yok olması, o ekosistemdeki diğer canlıları nasıl etkiler? Bu durumu örnekler vererek açıklayınız.

Su ve karbondioksit gibi inorganik bileşiklerden organik maddeler oluşturabilen canlılara **ototrof (üretici)** adı verilir. Ekosistemdeki enerjinin temel kaynağı Güneş'tir. Klorofilli bakteriler, kloroplast taşıyan protistler ve bitkiler güneş enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik maddeler sentezler. Bunlar **fotosentetik ototrof** canlılardır. Bu canlılar, içerdikleri klorofil molekülü sayesinde güneş enerjisini besinin yapısındaki kimyasal bağ enerjisine dönüştürebilir.

Bitki dokularında organik maddelerde depolanan enerjinin bir bölümü bitkinin kendi yaşamsal faaliyetleri için kullanılır. Bir bölümü de beslenme yoluyla üretici canlılardan tüketicilere geçer. Fotosentetik ototrof canlılar, aynı zamanda ekosistemlerdeki oksijenin de kaynağıdır.

Sucul ekosistemlerde asıl üreticiler siyanobakteriler, algler ve sucul bitkilerdir. Bunlar içinde siyanobakteriler ve algler, sudaki besin ve oksijen üretiminde en önemli paya sahiptir. Karasal ekosistemlerde bu işlevi büyük oranda çiçeksiz ve çiçekli bitkiler gerçekleştirir.

Görsel 3.9'da fotosentetik ototrof canlılara örnekler verilmiştir.

Görsel 3.9: a) Siyanobakteriler b) Çok hücreli algler c) Bitkiler

Bazı bakteriler ve arkeler kimyasal enerjiyi kullanarak besinlerini üretebilir. Bunlar **kemosentetik ototrof** canlılardır. Bu canlılar demir, hidrojen ve azot gibi elementleri ve bunların bileşiklerini oksitleyerek açığa çıkan enerjiyi inorganik maddelerin organik maddelere dönüşümünde kullanır. Kemosentetik ototrof canlılar, daha sonra değineceğimiz madde döngülerinde çok önemli rol oynar.

B. Ekosistemin Tüketicileri: Heterotroflar

Kendi besinlerini inorganik maddelerden sentezleyemeyen ve bu nedenle dışarıdan alan canlılar **heterotrof (tüketici)** adını alır. Tam parazit bitkiler, mantarlar ve hayvanlar âleminin tamamı, bakterilerin bir kısmı ve paramesyum gibi birçok protist heterotroftur. Saprotroflar organik artıkları parçalayarak besinini temin eden heterotroflardır. Heterotroflar; ototrofları, diğer heterotrofları veya bunların ürettiği organik maddeleri besin olarak tüketebilir. Birçok omurgasız ve omurgalı hayvan, besinini katı parçalar hâlinde alarak sindirir. Bu beslenme şekline **holozoik beslenme** adı verilir. Bu tip beslenme, bir çeşit heterotrof beslenme şeklidir. Tükettikleri besin kaynağına göre holozoik beslenen canlılar üç gruba ayrılabilir.

Bitkisel organizmaları besin olarak tüketen canlılara **herbivor (otobur)** denir. Sucul ekosistemlerde fitoplanktonlarla beslenen zooplanktonlar, omurgasız hayvanlar ve bazı balıklar herbivordur.

Karasal ekosistemlerdeki herbivor canlılara birçok böcek ve yumuşakça türü, kemirici memeliler ve geviş getiren hayvanlar örnek verilebilir.

Diğer tüketici canlıları yiyerek beslenen canlılara **karnivor (etobur)** adı verilir. Sucul ekosistemlerde küçük balıklarla beslenen büyük balıklar; karasal ekosistemlerde ise aslan, kaplan, atmaca, yılan ve örümcek gibi canlılar karnivordur.

BİYOLOJİ SÖZLÜĞÜ

Plankton; suda bulunan, aktif hareket etme yeteneği olmayan, akıntıya bağlı olarak hareket edebilen canlılara verilen genel isimdir. Bunlardan, fotosentez yapanlar "fitoplankton", diğer planktonları yiyerek beslenenler ise "zooplankton" olarak adlandırılır.

İnsan, domuz, ayı, fare gibi canlılar hem et hem de otla beslenir. Bu canlılara **omnivor (karışık beslenenler ya da hepçiller)** adı verilir. Görsel 3.10'da herbivor, omnivor ve karnivor organizmalara örnekler verilmiştir.

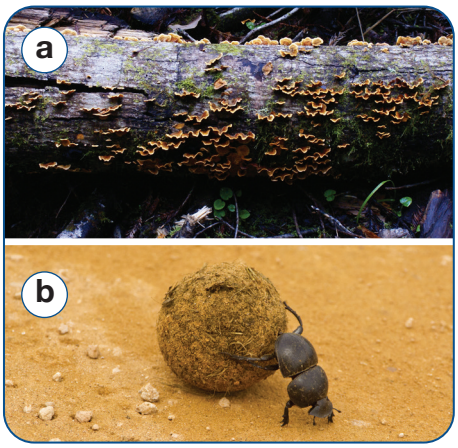
Görsel 3.10: a) İnek (herbivor) b) Fare (omnivor) c) Kurt (karnivor)

C. Ekosistemin Devamlılığını Sağlayan Heterotroflar: Ayrıştırıcılar

Fotosentetik ototrof organizmalar, fotosentez için güneş ışığı dışında karbondioksit, azot, fosfor gibi inorganik maddelere gereksinim duyar. Bitkiler havadan, sudan ve topraktan aldıkları inorganik maddeleri güneş ışığını kullanarak organik besinlere dönüştürür ve bu organik maddelerin bir kısmı beslenme yoluyla heterotroflara aktarılır. Heterotroflara aktarılan bu organik maddelerden bir bölümü bunların hayatsal faaliyetlerinde kullanılırken geriye kalan kısım organik madde olarak depo edilir. Peki, bitki ve hayvanların vücudunda depolanan organik maddeler tekrar bitkilerin kullanacağı hâle nasıl gelir? İşte bu aşamada, ekosistemde çok önemli bir rol üstlenen canlılar devreye girer. Bunlar **ayrıştırıcı, çürükçül** ya da genelde **saprotrof** adı verilen organizmalardır.

Ayrıştırıcılar, organizmaların ölülerini veya dışkı, yaprak gibi atıklarını parçalayarak gereksinimleri olan enerjiyi temin eder. **Çürüme** ya da **ayrışma** adı verilen bu süreç ile canlı organizmaların yapısını oluşturan organik madde cansız çevreye (hava, su, toprak) geçerek yeniden döngüye sokulur. Buralardan bitkiler tarafından alınır ve beslenme basamaklarına aktarılır. Eğer ayrışma olayı durursa yeryüzündeki tüm yaşam bir süre sonra sona erer.

Görsel 3.11'de ayrıştırıcı organizmalara örnekler verilmiştir.



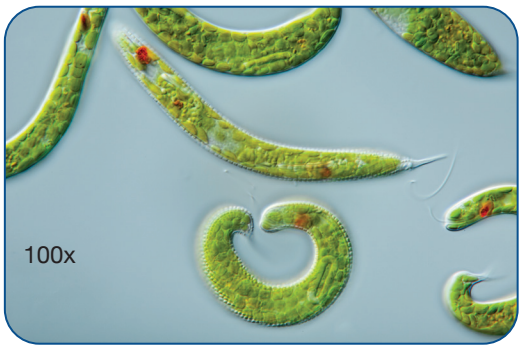
Görsel 3.11: a) Bir odun parçasını ayrıştıran mantarlar
b) Yavruları dışkı ile beslenen bir böcek türü

Ayrıştırıcı canlılar inorganik maddelerin bir ekosistemden diğerine aktarılmasında da rol alabilir. Örneğin akarsulara düşen bitki yaprakları ve diğer döküntüler burada ayrıştırılarak sudaki üreticilerin kullanabileceği inorganik maddeler hâline dönüştürülür.

Topraktaki organik atıklarla beslenen ve toprağın karışmasında rol alan böcek, toprak solucanı gibi canlılar da ayrıştırıcı organizmalara örnek verilebilir. Fakat ekosistemlerdeki en önemli ayrıştırıcı canlılar bazı mantar ve bakterilerdir. Bunlar suda ve karada çok çeşitli ölü organizmayı, bitkisel ve hayvansal atığı hücre dışına salgıladıkları enzimlerle parçalar. Böylece hem kendi besinlerini elde eder hem de ekosistemdeki madde döngülerinde rol oynar.

Ç. Hem Ototrof Hem Heterotroflar

Görsel 3.12'de görülen *Euglena* (Öglena), ışık varlığında kloroplastları sayesinde fotosentez yapar. Bu sayede kendi besin üreterek ototrof beslenir. Karanlık ortama konursa fotosentez yapamayacağı için çevresindeki ortamdan organik besinleri alarak beslenir. Bu durumda heterotrof beslenmiş olur. Çevresel şartlara bağlı olarak beslenme şekline değişebilen *Euglena* hem ototrof hem de heterotrof canlılara örnektir.



Görsel 3.12: Öglena

3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı

Görsel 3.13'teki gibi bir elmayı yediğinizde elmanın yapısında bulunan organik maddeleri vücudunuza alırsınız. Elma ağacı, bu organik maddeleri fotosentez adı verilen mekanizma ile üretir. Bunun için güneş ışığını, suyu, havadaki karbondioksiti kullanır. Sizin ve diğer heterotrofların vücutlarına geçen bu kimyasal maddelerin ekosistemdeki depolarının tükenmemesi için yeniden fotosentetik organizmaların kullanımına sunulması gerekmektedir. Biyosferde mevcut inorganik maddeler üretici, tüketici ve ayrıştırıcılar arasında bir döngü hâlindedir.

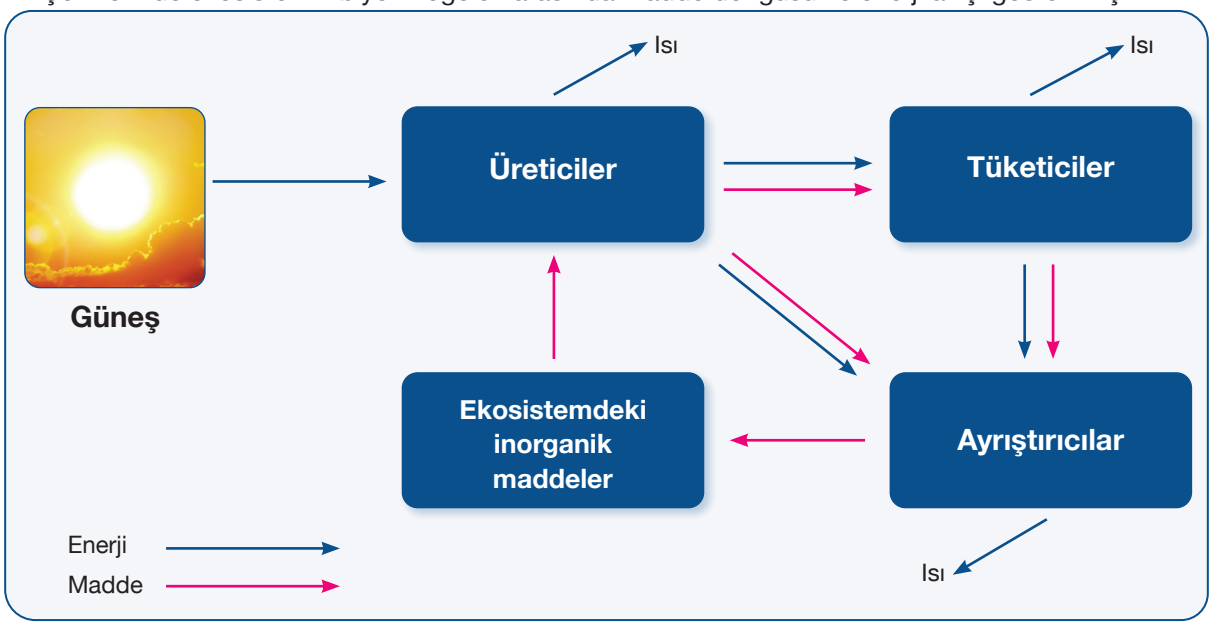
Görsel 3.13: Meyve yemekle, bitkilerdeki besin ve enerji vücuda alınır.

Bir elma yediğinizde aynı zamanda enerji de alırsınız. Enerjinin kaynağı fotosentezde kullanılan güneş enerjisidir. Elmadan sağladığınız enerjiyi yaşamsal faaliyetlerinizde kullanır ve bir miktarını da ısı enerjisi şeklinde çevreye verirsiniz. Enerjinin ekosistemde döngüsü söz konusu değildir. Enerji, beslenme yoluyla bir organizmadan diğerine akar ve her basamakta da bir miktar enerji, ısı olarak çevreye verilir. Bu şekilde güneşten ayrıştırıcılara doğru sürekli bir enerji akışı devam etmektedir.

Biliyor muydunuz?

Bir seviyeden diğerine enerji aktarımı sırasında, enerjinin yaklaşık %90'ı ısı ve ATP enerjisine dönüşür.

Şekil 3.2'de ekosistemin biyotik ögeleri arasında madde döngüsü ve enerji akışı gösterilmiştir.

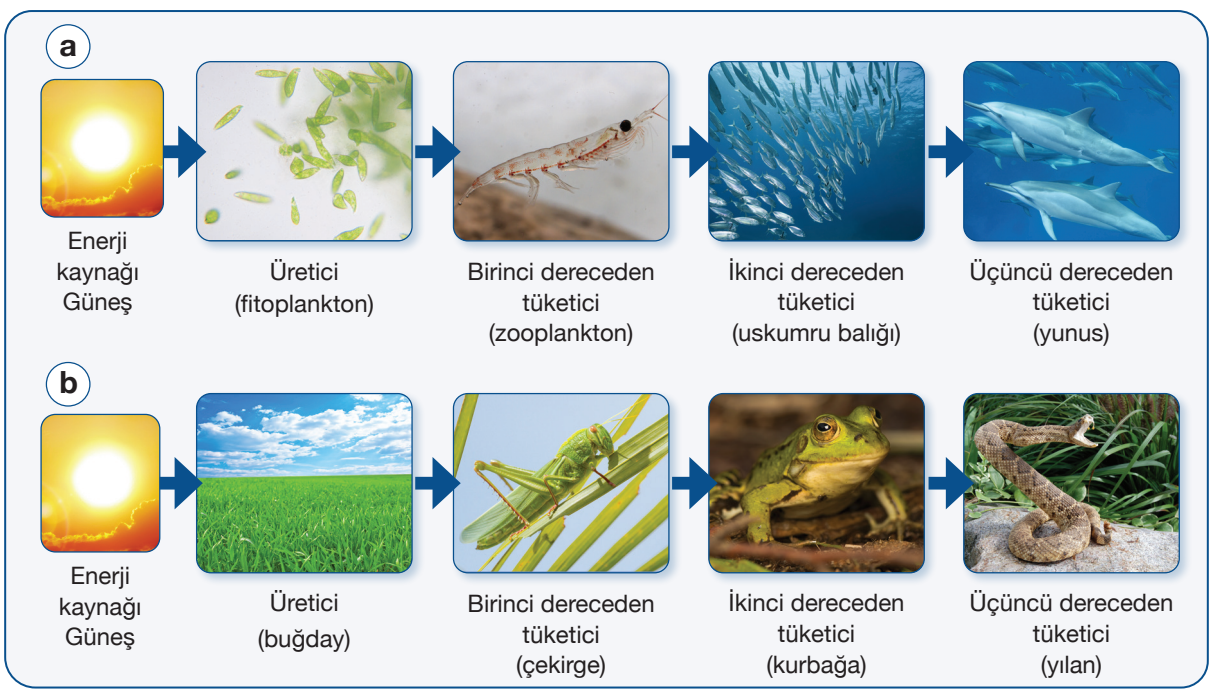


Şekil 3.2: Ekosistemin biyotik ögeleri arasında madde döngüsü ve enerji akışı

A. Besin Zinciri

Bitki yapısındaki organik ve inorganik maddelerin bir kısmı beslenme yoluyla herbivorlara geçer. Bitkisel organizmaları besin olarak kullanan organizmalara **birincil tüketici** denir. Hayvansal organizmaları besin olarak kullanan karnivorlara **ikincil tüketici**, ikincil tüketicileri besin olarak kullananlara da **üçüncül tüketici** adı verilir.

Görüldüğü gibi canlılar farklı beslenme düzeylerinde yer alabilir. Beslenme yoluyla tüm canlılar bir zincirin halkaları gibi birbirlerine bağlanır. Sucul ve karasal ekosistemlerdeki besin zincirlerine ait iki örneği Şekil 3.3 üzerinde inceleyelim.



Şekil 3.3: a) Sucul ekosisteme ait bir besin zinciri b) Karasal ekosisteme ait bir besin zinciri

Belirli bir türe ait bireylerin diğer türlere ait bireyler üzerinden beslenmesi sonucu **besin zinciri** oluşur. Besin zincirleri, ekosistemlerdeki besin ve enerji akışını göstermek için kullanılan modellerdir. Besin zincirleri genel olarak üretici canlılarla başlar. Üreticilerden birincil, ikincil ve üçüncül tüketicilere doğru besin ve enerjinin akışı ok işaretleriyle gösterilir.

UNUTMAYALIM

Besin zincirinde, oklarla gösterilmek suretiyle her kademede ayrıştırıcılar da yer alabilir. Ayrıştırıcılar, besin zincirinin tüm halkalarından enerji elde edebilir.

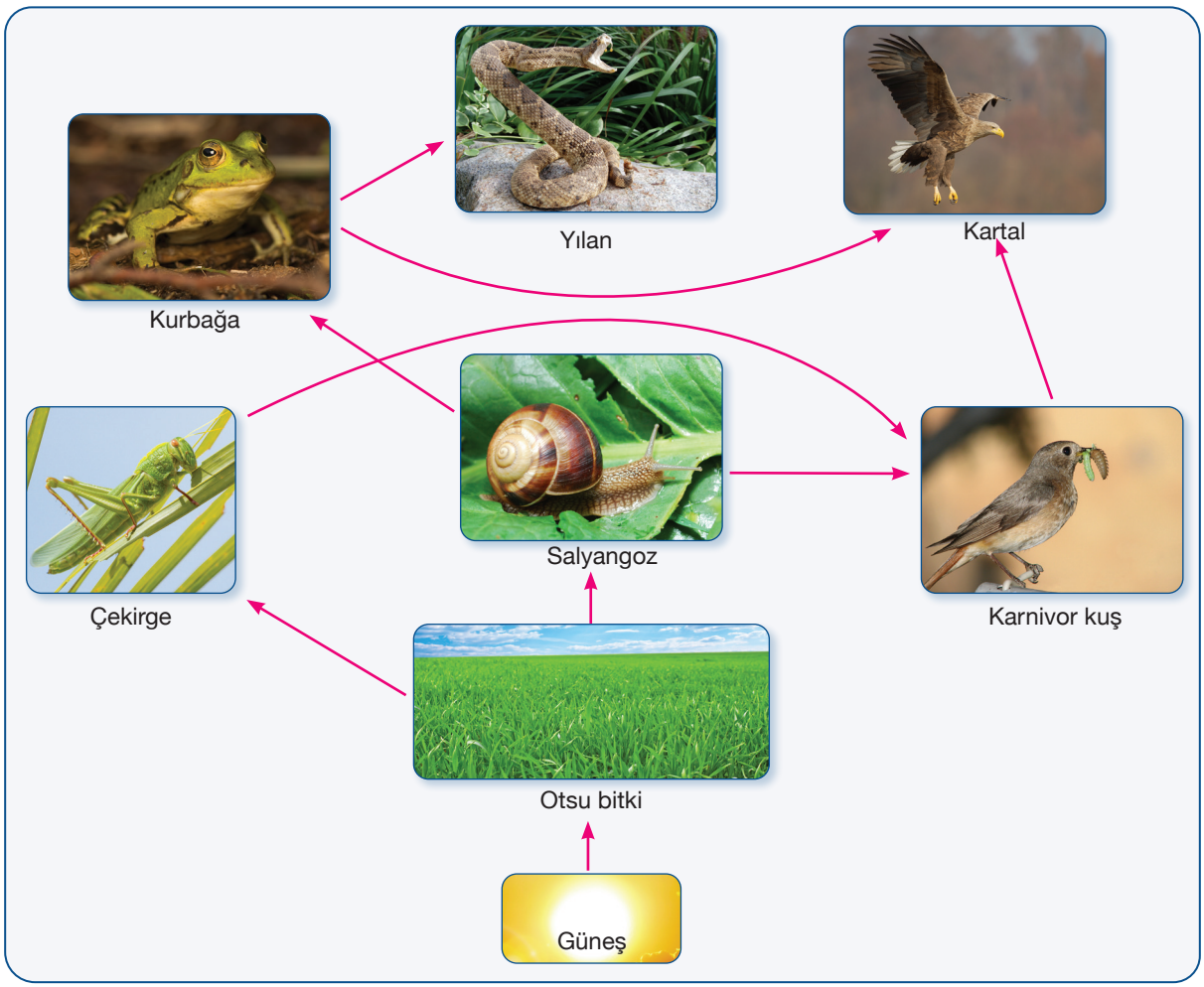
Bir karnivorun yiyebileceği besinin büyüklük olarak alt ve üst sınırları vardır. Genellikle avcı olan canlı, avından büyük yapılıdır. Bu nedenle art arda gelen beslenme düzeylerindeki canlılar giderek daha büyük vücutlu olma eğilimindedir. Diğer taraftan enerji, zincirin her aşamasında ısı kaybı olduğundan besin zincirindeki basamaklar boyunca giderek azalır.

B. Besin Ağı

Ekosistemde organizmalar genellikle tek bir besin çeşidi ile beslenmez, farklı besin çeşitlerini tüketebilir. Örneğin bir göl kenarındaki kurbağa hem kartalın hem de yılanların besini olarak iki ayrı besin zincirinde yer alabilir. Ekosistemdeki belirli bir organizma iki farklı besin zincirinde yer alıyorsa bu ilişkileri besin ağları ile gösterebiliriz. Bir besin ağına örnek olarak aşağıda verilen Şekil 3.4'ü inceleyelim.

SIRA SİZDE

Bir sığır eti ya da mısır yediğinizde besin zincirinin sırasıyla hangi basamaklarında yer alırsınız? Açıklayınız.



Şekil 3.4: Besin ağına bir örnek

Bir ekosistemde bulunan canlıların besin kaynaklarını biliyorsak aralarındaki madde ve enerji akışını besin zinciri veya besin ağı gibi modellerle göstererek analiz edebiliriz. Bu amaçla aşağıdaki etkinliği yapalım.

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

ETKİNLİK 3.2

BESİN ZİNCİRLERİ VE BESİN AĞI OLUŞTURALIM

Amaç: besin tercihleri verilen canlıları kullanarak besin zincirleri ve besin ağı oluşturmak

UYGULAYALIM

1. Aşağıdaki tabloda karasal bir ekosistemde bulunan canlıların besin tercihleri verilmiştir. Tabloyu dikkatle inceleyerek her bir canlının beslenme düzeyini belirleyiniz.

Uyarı: Bazı canlıların farklı besin tercihleri olabilir. Burada öncelikli besin tercihleri verilmiştir.

Organizmanın Adı	Besin Tercihi
Sincap	Ağaçlar ve otsu bitkilerin tohumları
Fare	Otsu bitkilerin kök, gövde ve tohum gibi kısımları
Yırtıcı kuşlar (doğan)	Fare
Geyik	Ağaçların yaprakları, otsu bitkiler
Ayrıştırıcı bakteri ve mantarlar	Bitki ve hayvanların ölüleri, atıkları
Tilki	Fare, ötücü kuşlar, sincap, tavşan
Yılan	Fare, tavşan
Tavşan	Otsu bitkilerin kök, gövde, yaprak gibi kısımları
Ötücü kuşlar	Otsu bitkilerin tohumları
Baykuş	Fare, ötücü kuşlar, sincap, tavşan
Otsu bitki	Kendi besinini üretir (fotosentez).
Ağaçlar	Kendi besinini üretir (fotosentez).
Kurt	Tavşan, geyik

2. Öğretmeninizin rehberliğinde, tahtaya tabloda verilen canlıların isimlerini yazarak farklı besin zincirleri oluşturunuz.
3. Tahtaya çizdiğiniz besin zincirlerinde madde ve enerjinin akış yönünü irdeleyiniz.
4. Farklı besin zincirlerinde yer alan canlıları belirleyerek bir besin ağı oluşturunuz.
5. Oluşturduğunuz modellerden hangisinin söz konusu ekosistem için canlılar arasındaki etkileşimleri en iyi açıkladığını tartışınız.

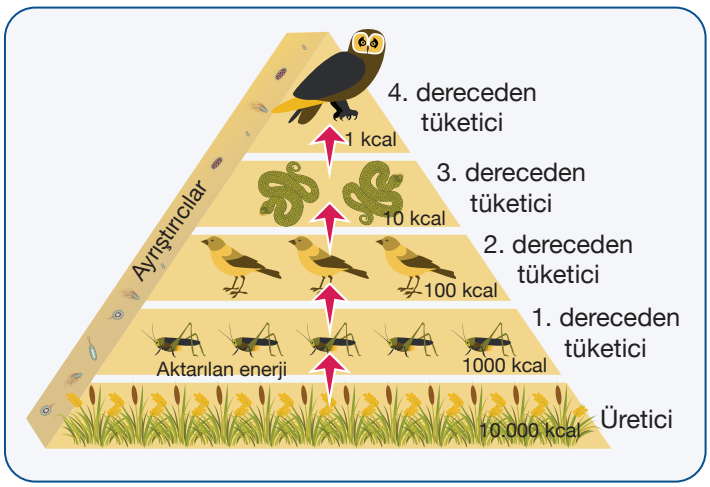
SONUCA VARALIM

1. İncelediğiniz ekosistemde üretici, birincil tüketici, ikincil tüketici ve üçüncül tüketici canlılar hangileridir?
2. Türün ortadan kalkması hâlinde ekosistemdeki dengenin nasıl değişeceğini her bir beslenme düzeyindeki canlı için tartışınız.

C. Besin Piramidi

Ekosistemlerdeki madde ve enerji akışını göstermenin bir başka yolu da **besin** ya da **enerji piramitleri**dir. Piramidin tabanında birinci besin basamağını oluşturan üreticiler yer alır. Piramidin diğer katlarında ise tüketiciler yer alır. Canlıların bulunduğu her basamak **trofik düzey (beslenme basamağı)** olarak adlandırılır. Besin piramitlerindeki her basamakta, orada yer alan canlı grubuna bir alt trofik düzeyden aktarılan enerji gösterilir.

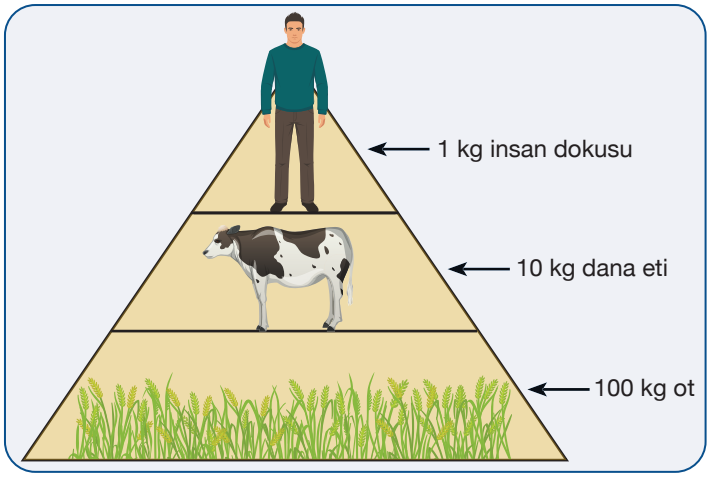
Bildiğiniz gibi canlılar besinlerle aldıkları enerjiyi solunum, hareket gibi yaşamsal faaliyetlerinde kullanır. Besin piramidinde bir basamaktan diğerine enerji aktarılırken bir miktar enerji canlıların vücut ısısı şeklinde çevreye yayılır. Bir miktar enerji de canlının yaşamsal faaliyetlerinde kullanılır. Şekil 3.5'te verilen besin piramidi, enerjinin yukarı doğru her trofik düzeyde düşüşünü göstermektedir.



Şekil 3.5: Besin piramidinde bir basamaktan sonrakine enerjinin %10'u aktarılır.

Besin piramitleri, bize ekosistem hakkında farklı bilgiler verecek şekilde de çizilebilir. Bunlardan biri de biyokütle piramitleridir.

Bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir canlı grubuna ait organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle **biyokütle** olarak adlandırılır. Genellikle bir basamaktaki organizmaların biyokütlesinin yaklaşık %10'u bir sonraki basamağa geçer. Şekil 3.6'daki biyokütle piramidini inceleyelim. Görüldüğü gibi 100 kg bitkisel besin ile 10 kg biyokütleye sahip otçul canlının besin gereksinimi karşılanmakta, bu da ancak 1 kg'lık etçil canlının biyokütlesinin oluşması için yeterli olmaktadır.



Şekil 3.6: Biyokütle piramidinde her basamakta mevcut biyokütle gösterilir.

Ç. Biyolojik Birikim

İnsanlar; tekstil, plastik gibi endüstrilerde, temizlikte ve tarımda yüzlerce çeşit kimyasal madde kullanırlar. Bu kimyasal maddelerin bir kısmı bilinçsizce kullanılır ve herhangi bir arıtma olmadan toprağa ya da suya verilir. Birçoğu mikroorganizmalarca parçalanamayan bu zararlı maddeler, topraktan ve sudan üretici canlıların vücuduna geçer; su ve besinlerle tüketiciler tarafından alınır.

Canlılar, beslenme faliyetleri sırasında ortamdaki zararlı maddeleri de alır. Bunlara örnek olarak cıva ve kadmiyum gibi ağır metaller, bazı böcek öldürücü kimyasallar verilebilir. Bu zehirli maddelerin bazıları vücutta etkisiz hâle getirilebilir veya boşaltım yoluyla dışarı atılabilir. Ancak bazı zararlı bileşikler vücuttan atılamaz ve yağ doku gibi belirli dokularda birikir.

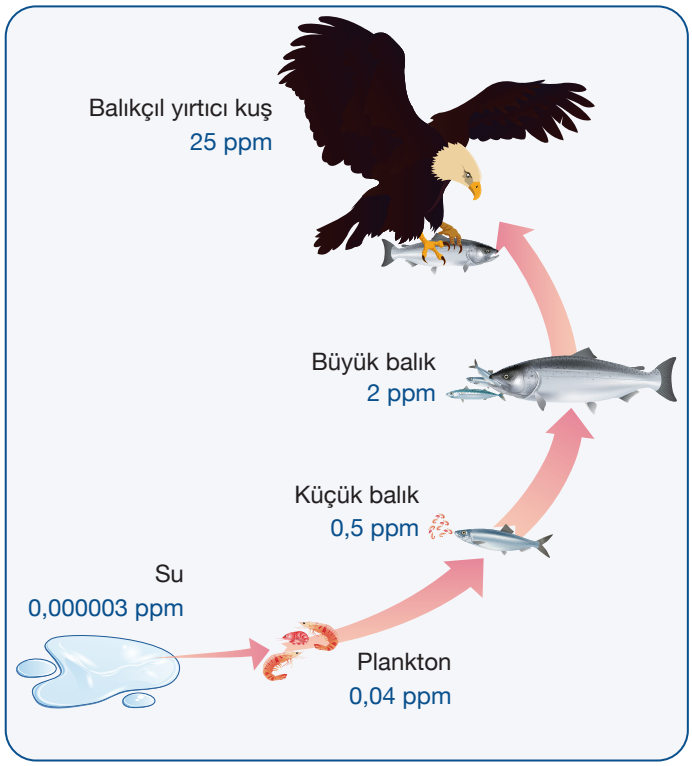
Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerine olumsuz etkilerini ansiklopedi, dergi, kitap, genel ağ gibi kaynaklardan araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı bir rapor hâlinde hazırlayarak sınıfınızda sununuz ve konuyu tartışınız.

Besin piramidindeki herhangi bir basamakta bulunan canlıların biyokütlesinin üretimi için bir alt basamaktan çok büyük miktarda biyokütlenin tüketilmesi gerekir. Bu nedenle vücuda alındıktan sonra metabolize edilemeyen ve dokularda biriken zehirli maddelerin oranı her basamakta giderek artar ve zararlı konsantrasyon düzeyine ulaşabilir. Bu tip maddelerin besin piramidinin tabanından üst basamaklara çıkıldıkça organizmaların dokularında giderek artan oranlarda birikmesine **biyolojik birikim** denir.

Zararlı kimyasalların hayvanlar üzerinde hormonal sistem bozukluklarından kansere kadar pek çok etkisi bilinmektedir. Çoğu zaman besin piramidinin alt katlarında zararlı kimyasalların olumsuz etkileri gözlenmez. Biyolojik birikimin bir sonucu olarak besin piramidinin en üst basamaklarında yer alan organizmalarda zararlı etkiler ortaya çıkar.

Biyolojik birikimin fark edilmesini, insana ve diğer canlılara verdiği zararların anlaşılmasını sağlayan en etkili örnek DDT (dikloro difenil trikloroethan) adı verilen tarım ilacının neden olduğu çevre sorunları olmuştur. DDT, özellikle II. Dünya Savaşı'ndan sonra sıtma hastalığını taşıyan sivrisinekler ve tarım zararlısı böceklerle mücadelede yaygın olarak kullanılan bir kimyasaldır. 1950'li yıllardan sonra DDT'nin ekosistemlere verdiği zararların sonuçları gözlenmeye başlanmıştır.

DDT'nin yoğun kullanıldığı bölgelerde belli kuş türlerinde bariz bir azalma meydana gelmiştir. Üstelik su aracılığıyla kullanıldığı alanlardan çok uzaklara taşınan bu kimyasal maddenin etkisi farklı ekosistemlerde kendini göstermiştir. DDT'nin neden olduğu çevre sorunları, biyolojik birikimin bir sonucudur. Bir deniz ekosistemindeki DDT'nin biyolojik birikimini Şekil 3.7 üzerinde inceleyelim.



Şekil 3.7: Sucul besin piramidinde DDT'nin biyolojik birikimi (ppm: milyonda bir birim)

SIRA SİZDE

İnsan, bulunduğu ekosistemlerdeki besin piramidinin en üst seviyesinde yer almaktadır. Buna göre insan tarafından sucul bir ekosisteme verilen kirletici bir maddenin kendi türümüz üzerindeki etkileri neler olabilir? Bu durumun sonuçlarını tartışınız.

3.1.4. Ekosistemde Madde Döngüleri

Biz insanların ve diğer tüm canlıların vücudunu oluşturan bu elementler, milyonlarca yıldır canlılar ile hava, su, toprak gibi inorganik çevre arasında döngü hâlindedir. Maddelerin ekosistem içindeki bu dolaşımına **madde döngüleri** adı verilir.

Ekosistemde enerjinin besin zinciri boyunca aktığını ve her kademede ısı enerjisine dönüşerek azaldığını biliyorsunuz. Biyosfere ulaşan güneş enerjisi ile ekosistemlere sürekli bir enerji girişi vardır. Oysa biyosferde sınırlı miktarda kimyasal madde vardır. Zaman zaman düşen meteorları saymazsak biyosfere dışarıdan madde girişi söz konusu değildir. Bu nedenle biyosferde hayatın sürdürülebilirliği, kimyasal elementlerin ve bunların çeşitli bileşiklerinin döngüsel olarak kullanımına bağlıdır.

8. sınıftaki fen bilimleri dersinde su, karbon ve azot döngülerini öğrenmiştiniz. Şimdi ekosistemde gerçekleşen bu madde döngülerini hatırlayalım.

UNUTMAYALIM

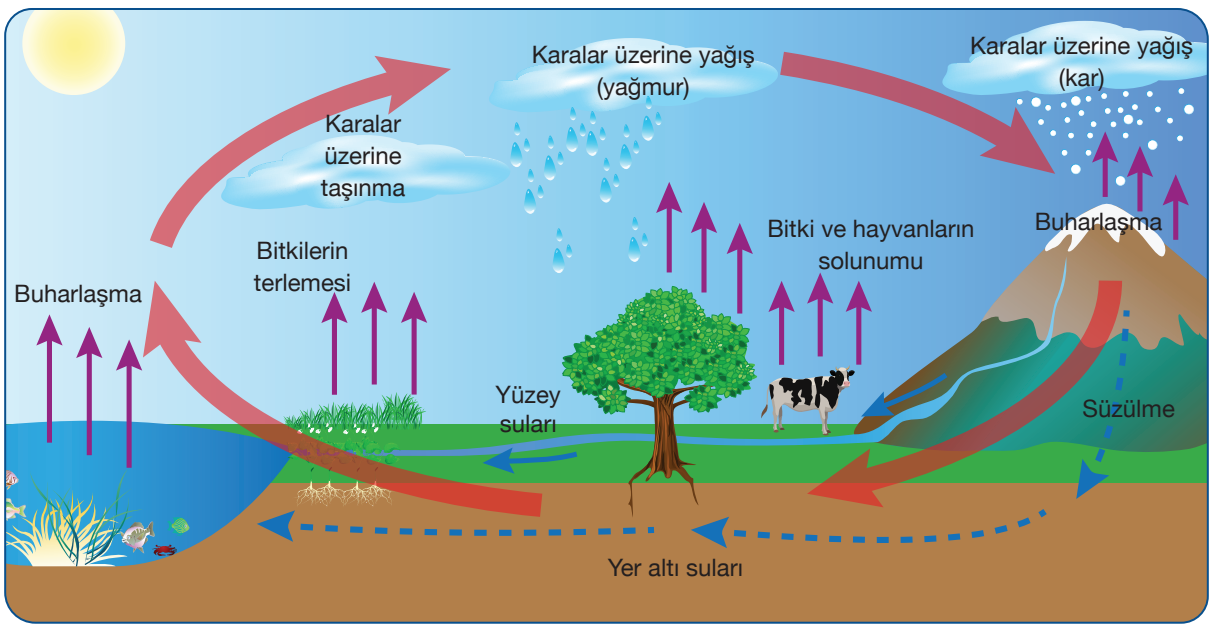
Hayatın sürdürülebilirliği için gerekli olan su, oksijen ve diğer maddeler sadece tek bir kez kullanılsaydı şimdiye kadar hepsi çoktan tükenmiş olurdu.

A. Su Döngüsü

Su, tüm canlılar için yaşamsal öneme sahiptir. Bitkiler kökleriyle topraktan su alırken, hayvanlar ve insanlar suyu içerek ya da diğer canlılardan besin yoluyla alarak su ihtiyaçlarını karşılar.

Su döngüsünün büyük bir kısmı, suyun sıvı ve gaz hâlleri arasındaki değişimini içeren fiziksel olaylardan oluşur. Suyun buhar hâlinde atmosfere hareketi, Güneş'ten gelen enerji ile sağlanır. Deniz, göl ve akarsular gibi yeryüzündeki sulardan buharlaşan su atmosfere çıkar. Burada yoğunlaşıp bulutları oluşturur. Atmosferdeki su buharı soğuk havayla karşılaştığında yağış hâlinde yeryüzüne geri döner. Yağış kara parçalarına inerse yüzey suları ya da yer altı suları ile süzülerek en sonunda denizlere ulaşır. Karalardaki suyun bir kısmı da buharlaşma ve bitkilerin terlemesi ile atmosfere verilir. Ayrıca bitki ve hayvanların solunumu sonucunda oluşan su da atmosfere döner.

Aşağıda yer alan Şekil 3.8'de küresel ölçekte su döngüsü gösterilmiştir.



Şekil 3.8: Su döngüsü

B. Karbon Döngüsü

Karbon bütün organik maddelerde bulunan, yaşam için vazgeçilmez bir elementtir. Karbon döngüsünde önemli iki biyolojik süreç rol oynar. Bunlar fotosentez ve solunumdur. Şekil 3.9'da görüldüğü gibi atmosferdeki karbondioksit fotosentez ile bitkiler tarafından alınır ve organik bileşiklerin sentezinde kullanılır. Hayvanlar da beslenme yoluyla bitkilerden karbonlu bileşikleri alır.

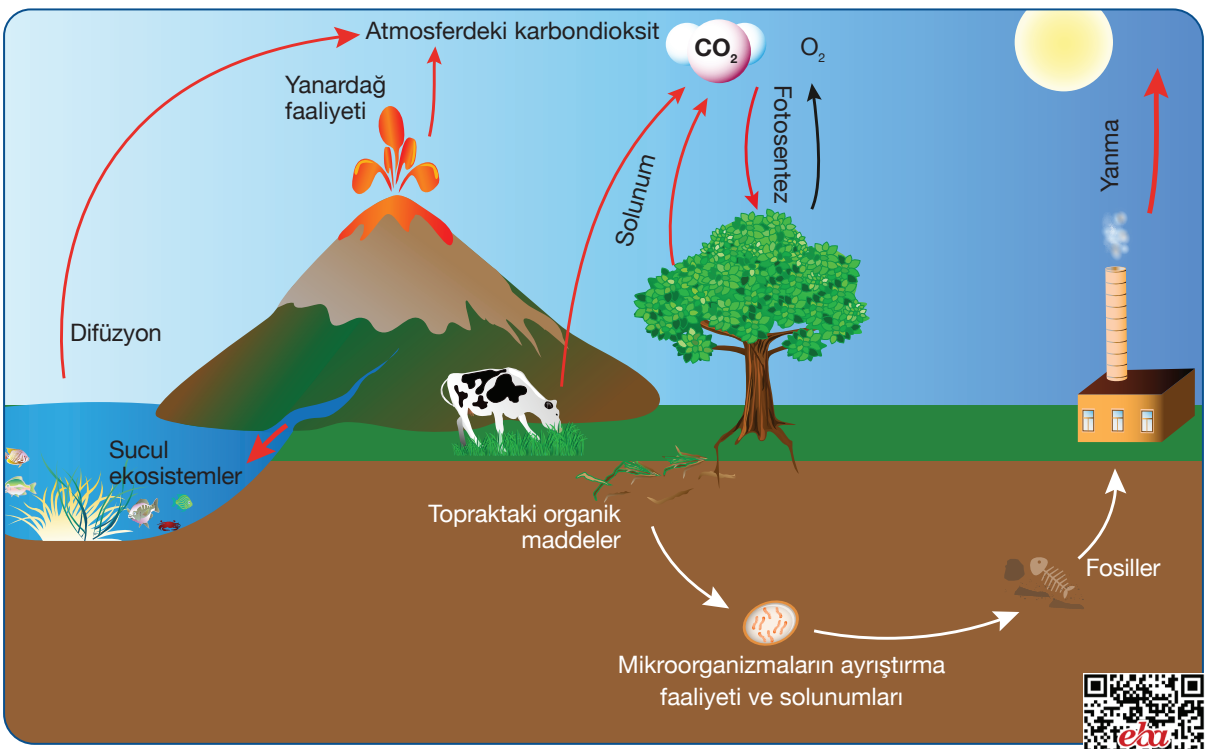
Bitki ve hayvanlar, yapılarındaki organik bileşiklerin bir kısmını enerji elde etmek üzere hücresel solunumla parçalar. Hücresel solunum ile atmosfere karbondioksit verilir. Ayrıca canlıların vücutlarındaki karbonlu bileşikler, ölüm ya da atıklar ile toprağa ve suya karışır. Burada ayrıştırıcı organizmaların faaliyetleri ile karbondioksit atmosfere geri döner.

UNUTMAYALIM

Yaşam için en önemli elementlerden olan karbonun ve tüm canlıların yaşamı için zorunlu bir bileşik olan suyun döngüsü oldukça önemlidir.

Her iki maddenin de atmosferdeki miktarı azdır ancak binlerce yıldır döngüsel olarak denge sağlanmaktadır. Bununla birlikte insanın yol açtığı çevresel olumsuzluklar nedeniyle bu denge kolayca bozulabilir.

Organik bileşiklerdeki karbonun atmosfere dönüşü her zaman kısa bir sürede olmaz. Toprakta kalarak ayrıştırılamayan ölü organizma kalıntıları, uzun bir zaman sürecinde fosilleşir. Ekolojik devirlerden kalan bu canlı kalıntıları fosil yakıtları oluşturur. Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması ile karbondioksit (CO_2) açığa çıkar ve atmosfere verilir. Yanardağ faaliyetleri ve sulardaki karbondioksitin difüzyonu da atmosferdeki karbondioksiti artırır.



Şekil 3.9: Karbon döngüsü

Ormanlık alanların yok edilmesi, fosil yakıtların fazlaca yakılması gibi sebeplerle atmosferdeki karbondioksit miktarı fotosentezle dengelenemeyecek kadar artabilir. Artan karbondioksit, diğer bazı kirletici gazlarla birlikte **sera etkisi**ne yol açar. Bunun anlamı, yeryüzüne ulaşan Güneş ışınlarının atmosferin üst tabakalarında sera gazlarının etkisiyle emilmesi ve büyük bölümünün yerküreye geri yansımasıdır. Böylelikle yerküre fazla ısınır ve iklim değişiklikleri meydana gelir.

C. Azot Döngüsü

Azot, canlılar için temel elementlerdendir. Amino asitlerin ve organik bazların yapısında azot bulunur. Dolayısıyla tüm proteinlerin, enzimlerin, nükleik asitlerin ve bazı hormonların sentezi için azot gereklidir.

Dünya atmosferinin yaklaşık %78'i azot elementinden oluşur. Atmosferde azot gaz (N_2) hâldedir. Ancak bitkiler ve hayvanlar azot gazını doğrudan atmosferden alıp organik bileşiklerin sentezinde kullanamaz. Bitkilerin büyük bir çoğunluğu, toprakta amonyum (NH_4^+) ya da nitrat (NO_3^-) tuzları hâlindeki azotu alarak amino asit sentezinde kullanır. Bitkilerin azotu alabilmesi için atmosferik azotun toprakta bu bileşikler hâlinde tutulması gerekir. Hayvansal organizmalar ise azotu beslenme yoluyla bitkilerden ve diğer hayvanlardan karşılar.

Azotun canlılar tarafından alınmasında ve canlıların yapısındaki azotun tekrar madde döngüsüne girebilmesinde rol oynayan bazı olaylar şunlardır:

Azotun tespiti: Canlılar tarafından azotun kullanılabilir azotlu bileşiklere dönüştürülmesine **azotun tespiti (azot fiksasyonu)** denir. Prokaryotlar, azot döngüsünde çok önemli bir role sahiptir. Biyolojik olarak (biyotik) azot tespiti, simbiyotik bazı bakteriler ve siyanobakteriler tarafından gerçekleştirilir. Görsel 3.14'te görüldüğü gibi baklagillerin köklerinde yaşayan ve azot bağlayan bakteriler (Rhizobium), havanın serbest azotunu ortak yaşadığı bitkinin kullanımına sunar. Siyanobakteriler ise serbest yaşar ve atmosferdeki azotu tespit edebilir.

Görsel 3.14: Bir baklagil kökünde azot bağlayan bakterilerin yaşadığı nodüller

Azotun tespiti fiziksel yollarla da (abiyotik) gerçekleşebilir. Atmosferdeki azot gazı, şimşek ve yıldırım gibi fiziksel olayların sağladığı enerji ile amonyağa (NH_3) ve nitrata (NO_3^-) dönüşür. Daha sonra bu maddeler, yağmur sularının içinde çözünmüş olarak toprağa karışır.

Azotun canlıların yapısına katılması: Fotosentetik canlılar tarafından nitrat tuzları hâlinde alınan azot; protein, enzim gibi organik bileşiklerin sentezinde kullanılır. Besin zinciri yoluyla bitkilerden otçullara ve otçullardan da onlarla beslenen etçillere geçer.

Ayrıştırıcıların faaliyeti: Bitki ve hayvanların vücudunda bağlı kalan azot, bunların ölümlerinden sonra toprak ve suda bulunan ayrıştırıcı bakteri ve mantarların faaliyetleri ile amonyağa dönüştürülür. Bir yandan da hayvanların boşaltım atığı olan amonyak, üre gibi azotlu maddeler de doğaya verilir. Topraktaki amonyak, kemosentetik bakteriler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılır.

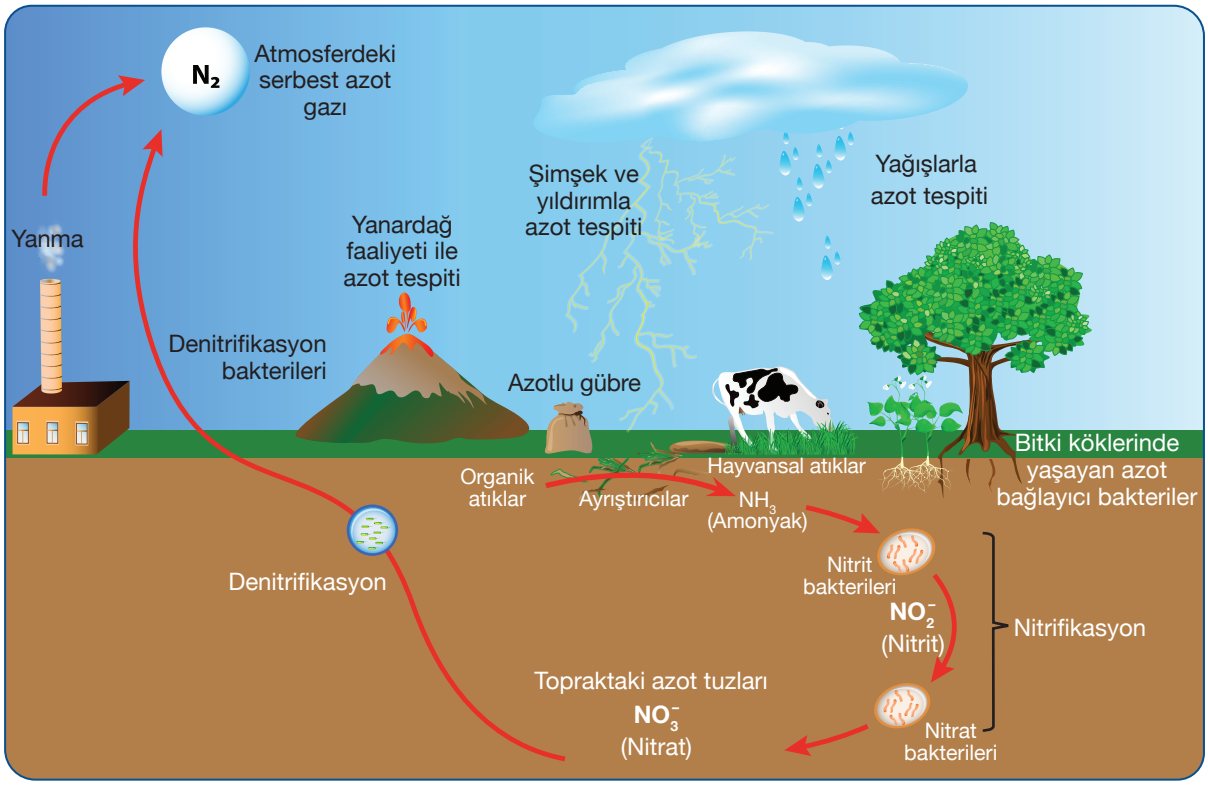
Nitrifikasyon: Mikroorganizmalar amonyağı önce nitrite, daha sonra da nitrata dönüştürür. Amonyaktan nitrat tuzlarının oluşmasını sağlayan bu sürece **nitrifikasyon** adı verilir.

Denitrifikasyon: Toprakta bulunan denitrifikasyon bakterileri de nitrit ya da nitratı tekrar atmosferin serbest azotuna dönüştürür. Bu olay **denitrifikasyon** olarak adlandırılır. Denitrifikasyon sayesinde atmosferdeki azot dengede tutulur.

Nitrifikasyon ve denitrifikasyonda rol alan mikroorganizmalar, bakteriler ve kemosentetik bakterilerdir.

Yanma olayı, yanardağ faaliyeti ve denitrifikasyon olayı ile atmosfere verilen azot gazının tekrar tespit edilmesi ile azot döngüsü devam eder.

Azot döngüsünde meydana gelen temel olayları Şekil 3.10 üzerinde inceleyelim.



Şekil 3.10: Azot döngüsü

Azot gazı, doğal yollara ek olarak endüstride azotlu gübrelerin üretiminde kullanılır. Bu gübrelerin yaygın ve bilinçsiz kullanımı, ekosistemlerdeki azot döngüsünü olumsuz etkiler. Görsel 3.15'te bir göl ekosisteminde azot ve diğer besinsel elementlerin artışı ile alglerin aşırı çoğalması görülmektedir.

Görsel 3.15: Azot ve diğer besinsel elementlerin artışı sularda alglerin aşırı çoğalmasına ve suyun renginin yeşile dönmesine neden olur.

UNUTMAYALIM

Toprağa verilen fazla miktarda azotlu gübreler, yağmur suları ile akarsulara, göllere taşınır. Ayrıca insanların kanalizasyon atıkları da sulardaki azotlu bileşiklerin miktarını artırır. Sucul ekosistemlerde azotlu bileşiklerle beslenen algler çok hızlı çoğalır. Bu canlıların çürümesi, suyun çözünmüş oksijenini hızla tüketir, bunun sonucunda balıklar gibi diğer su canlıları oksijensiz kalarak bu durumdan olumsuz etkilenir.

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

1. Bir göl ve bir orman ekosistemini içerdiği abiyotik ve biyotik faktörler bakımından örnekler vererek karşılaştırınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Aşağıdaki tabloda verilen kavramlara yönelik örneklerinizi tablodaki ilgili yerlere yazınız.

Kavram/Terim	Örnek	Kavram/Terim	Örnek
Komünite		Habitat	
Popülasyon		Biyotik faktör	
Ekosistem		Abiyotik faktör	

3. Bir ekosistemdeki üretici canlıların rolünü örnek vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

4. Ayrıştırıcı canlıların madde döngülerindeki rolü nedir?

.....

.....

.....

.....

5. Bir göle aşırı derecede azotlu ve fosforlu maddelerin karışması, göldeki birçok balığın ölümüne yol açmıştır. Bu olayın nasıl gerçekleştiğini kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

B. Aşağıdaki kutucuklarda su, karbon ve azot döngülerinde yer alan fiziksel veya biyolojik olaylardan bazıları karışık olarak verilmiştir.

Bu madde döngülerini kutucuklardaki bilgileri de kullanarak defterinizde şemalarla gösteriniz.

SU DÖNGÜSÜ	KARBON DÖNGÜSÜ	AZOT DÖNGÜSÜ
Su buharının karalar üzerine taşınması	Bitki ve hayvanların hücresel solunumu	Denitrifikasyon
Rüzgârla su buharının hareketi	Bitkilerin fotosentezi	Bitkilerin fotosentezi
Yağış	Ayrıştırıcıların faaliyeti	Nitrifikasyon
Yeryüzündeki sulardan buharlaşma	Yanardağ faaliyeti	Atmosferdeki azotun tespiti
Yeryüzündeki ve yer altındaki suyun denizlere taşınması	Fosil yakıtların yanması	Ayrıştırıcıların faaliyeti ve amonyak oluşumu

C. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"deki numaralandırılmış kutucuklarda çeşitli canlı ya da canlı grupları verilmiştir.

Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını defterinize yazınız.

1 Karnivor	2 Nitrit bakterisi	3 Bitki
4 Denitrifikasyon bakterisi	5 Ayrıştırıcı	6 Omnivor
7 Herbivor	8 Nitrat bakterisi	9 Fitoplankton

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kendi besinlerini üretir?
2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kendi besinini sentezlerken kimyasal enerjiyi kullanır?
3. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kendi besinini sentezlerken ışık enerjisini kullanır?
4. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri holozoik beslenir?
5. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri ölü bitki ve hayvan kalıntılarını parçalar?
6. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri besin zincirinin tüm halkalarından enerji elde edebilir?

2. BÖLÜM

ÖĞRENECEĞİNİZ KAVRAMLAR / TERİMLER

- Çevre sorunu
- Asit yağmurları
- Ekolojik ayak izi
- Su ayak izi
- Küresel iklim değişikliği
- Karbon ayak izi

3.2. GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI VE İNSAN

İnsan, bulunduğu ekosistemdeki canlılardan biridir ve yaşamı ekosistemdeki değişikliklerden etkilenir. Çevre; insanı ve diğer canlıları doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve sosyolojik etmenlerin tümüdür. İnsanların etkinlikleri sonucu çevrede meydana gelen değişiklikler, insanların kendi yaşamlarını da tehlikeye atabilir. Bu bölümde güncel çevre sorunlarının insan ve diğer canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini öğrenecek, birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolünüzü sorgulayacak ve bu sorunların çözümüne ilişkin öneriler sunabileceksiniz.

Düşün Bul

Güncel çevre sorunlarından hangilerini biliyorsunuz? Bildiğiniz çevre sorunlarından hangilerinin acil çözüm gerektirdiğini düşünüyorsunuz? Tartışınız.

3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Sonuçları

Dünya, bugüne kadar yaşamın sürdüğünü bildiğimiz tek gezegendir. Diğer canlılar gibi biz insanlar da yaşamsal gereksinimlerimizi karşılamak için gezegenimizin kaynaklarından yararlanıyoruz. Peki hava, su, besin ve daha pek çok gereksinimimizi karşılayan gezegenimiz üzerinde bizim ne gibi etkilerimiz vardır? İnsanların faaliyetleri olmasaydı Görsel 3.16'daki gibi manzaralar ortaya çıkar mıydı?

İnsanoğlu, yüzyıllar boyunca gereksinimlerini karşılamak için çevresini değiştirmiş, doğal kaynakları kullanmıştır. Nüfus artışı, kentleşme, sanayi ve teknolojideki gelişmeler gibi nedenlerle insanın çevresine olumsuz etkisi zaman geçtikçe artmış, gezegenimizdeki insan faaliyetleri yıkıcı bir hâle gelmiştir. Bu faaliyetler sonucu zaman zaman doğal denge bozulabilir; çevre sorunları ortaya çıkabilir.

Görsel 3.16: Düzenli depolanmayan ve dönüştürülmeyen atıklar, çevre kirliliğine neden olur.

Önceki yıllarda doğal dengenin bozulması ile meydana gelen çevre sorunlarından başlıcalarını öğrenmiştiniz. Bu çevre sorunlarını, sebepleri ve olası sonuçları ile ele alarak hatırlayalım.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 3.3

ÇEVRE SORUNLARINI ARAŞTIRALIM

Amaç: güncel çevre sorunlarını, bu sorunların sebeplerini ve canlılar üzerindeki etkilerini araştırmak

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda dokuz ayrı çalışma grubu oluşturunuz.
2. Grup olarak aşağıda verilen konu başlıklarından birini araştırma konusu olarak seçiniz.
   - Hava kirliliği
   - Su kirliliği
   - Toprak kirliliği
   - Radyoaktif kirlilik, ses kirliliği
   - Asit yağmurları
   - Küresel iklim değişikliği
   - Erozyon
   - Doğal hayat alanlarının tahribi
   - Orman yangınları
3. Grup içinde iş bölümü yaparak çalışmanızı planlayınız.
4. Araştırma konunuzla ilgili olarak genel ağ, kitap, yetkili kişi ve kuruluşlardan bilgi toplayınız.
5. Araştırmanız sırasında "Bu çevre sorununa neden olan faktörler nelerdir?", "Bu sorunun canlılar ve çevre üzerindeki olası etkileri neler olabilir?", "Bu çevre sorununun olumsuz etkilerini azaltmak için ne gibi önlemler alınabilir?" gibi sorulara cevap arayınız.
6. Grup içinde sorumluluğunuzu yerine getirmeye özen göstererek araştırmanızı verilen sürede tamamlayınız ve bir rapor hâlinde sınıfınızda sununuz.
7. Tüm gruplar raporlarını sunduktan sonra öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki soruların cevaplarını sınıfınızda tartışınız.

SONUCA VARALIM

1. Çevre sorunlarından hangisinin en acil ve en öncelikli olduğunu düşünüyorsunuz? Neden?
2. Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolümüz nedir?
3. Çevre sorunlarının önlenmesinde bireylere ve topluma ne gibi görevler düşmektedir?
4. Nüfus artışının incelediğiniz çevre sorunları ile ilişkisini tartışınız.

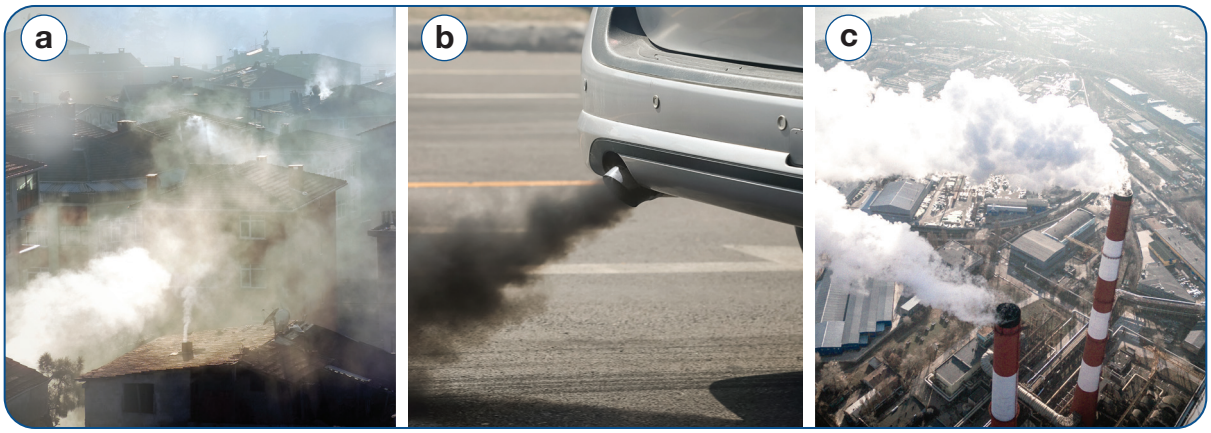
Yaptığınız etkinlikte de fark ettiğiniz gibi güncel çevre sorunları; hava, su, toprak ve ses kirliliği, radyoaktif kirlilik, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeryüzündeki bütün canlılar hava, su ve toprağı kullanarak yaşamlarını sürdürür. Bu ortamı kirleten en büyük neden ise insan faaliyetleridir.

A. Hava Kirliliği

Havanın (atmosferin) yeryüzüne yakın katmanlarının yüzde 78'i azot, yüzde 21'i de oksijenden oluşur. Yüzde 1'i ise su buharı, karbondioksit, ozon gibi maddeler ile argon, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, ozon ve ksenon gibi elementlerden oluşur. Bu oranların üzerine çıkan ya da bunların dışında kalan her türlü katı, sıvı ya da gaz şeklindeki madde **kirletici** olarak adlandırılır. Örneğin karbondioksit, atmosferde doğal olarak bulunan oranın (%0,03) çok üzerine çıktığında kirliliğe neden olur. Atmosferi kirleten diğer maddelere ise karbonmonoksit, sülfürlü bileşikler, nitrik asit, hidrokarbonlar, kurşun, toz ve kül gibi katı parçacıklar örnek verilebilir.

Hava kirliliği, havadaki kirletici maddelerin canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyecek biçimde normalin üzerinde miktar ve yoğunluğa ulaşmasıdır. Peki, bu kirleticiler atmosfere nasıl karışıyor?

Hava kirliliği, genellikle Görsel 3.17'de de gördüğünüz gibi ısınma, sanayi, motorlu taşıtların kullanımı vb. insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Nüfus, kentleşme ve sanayileşmenin artmasıyla havaya karışan kirleticilerin oranı, doğal yollarla temizlenemeyecek boyutlara ulaşmaktadır. Özellikle kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yanması sonucu karbonmonoksit, sülfürlü bileşikler ve nitrik asit gibi kirleticiler atmosfere yayılmaktadır. Kükürt oranı yüksek, düşük kaliteli kömür kullanılması, sanayi tesislerinde baca filtresi ve arıtma işlemlerinin olmaması gibi yanlış uygulamalar atmosfere verilen kirleticilerin oranını artırmaktadır. Ayrıca nüfus artışına bağlı olarak motorlu taşıtların daha yoğun kullanılması da fazla oranda kirletici içeren egzoz gazları ile hava kirliliğinin artmasına neden olmaktadır.



Görsel 3.17: a) Evlerin bacaları b) Motorlu taşıtın egzozu b) Fabrika bacaları

Havaya karışan kirleticilerin oranını azaltmak için kara yolu taşımacılığı yerine demir yolu ve deniz taşımacılığına ağırlık verilmelidir. Özellikle büyük kentlerde toplu taşıma hizmetleri yaygınlaştırılmalıdır. Böylece egzoz gazlarının neden olduğu hava kirliliği azaltılabilir.

Hava kirliliği nedeniyle insanda çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilir. Soluduğumuz havadaki kirletici maddeler, öncelikle solunum organlarımızı etkiler ve astım gibi hastalıklara neden olur. Astım hastaları nefes alma güçlüğü çekerler ve kirli hava, solunum yollarının tahriş olmasına ve astımın ağırlaşmasına neden olur. Hava kirliliği ayrıca akciğer amfizemi ve akciğer kanseri gibi hastalıkların ortaya çıkmasına da neden olur.

UNUTMAYALIM

Hava kirliliği, insan ve diğer canlıların sağlığını olumsuz yönde ve doğrudan etkiler. Bunun yanında hava kirliliği ozan tabakasının incelmesi, küresel ısınma vb. çevre sorunlarına da yol açar.

B. Su Kirliliği

Denizler, göller ve akarsular; balık vb. deniz ürünleri ile temel gıdalarımızı elde ettiğimiz, enerji ürettiğimiz doğal kaynaklardır. İnsanoğlu bir yandan sulardan faydalanmış, bir yandan da endüstrileşmenin ve kentleşmenin sonucu olarak ortaya çıkan atıklarını sulara dökmüştür. Fakat zamanla sulara attığı her şeyin yok olmadığını ve bunun sonuçlarından da yine kendinin zararlı çıkacağını anlamıştır.

Yeryüzündeki suları okyanuslar, denizler, göller, akarsular ve yer altı suları oluşturur. Ayrıca atmosfer de buhar hâlinde su içerir. Yeryüzünde ve yer altındaki sular güneş enerjisi etkisi ile sürekli bir dolaşım içinde bulunur. Yeryüzünden buharlaşarak atmosfere çıkan sular, yoğunlaşarak tekrar yeryüzüne döner. İnsanlar, yaşamlarını sürdürebilmek ve ekonomik ihtiyaçlarını giderebilmek için suyu bu dolaşımdan alır, kullandıktan sonra yine aynı dolaşıma verirler. Bu olaylar sırasında suya karışan maddeler, suların doğal yapısını ve bileşimini bozabilir. Suyun doğal yapısı ve bileşiminin insanı ve diğer canlıları olumsuz etkileyecek şekilde değişmesi **su kirliliği** olarak adlandırılır. Görsel 3.18'de uygun olmayan ve sınırlı bir su kaynağını kullanan insanlar görülmektedir.

Görsel 3.18: Bazı ülkelerde temiz su kaynaklarına ulaşmak zordur.

Su kirleticilerinden en yaygın olanlar kimyasal gübreler, tarım ilaçları, deterjanlar, iyi arıtılmamış fabrika atıkları ve evsel atıklardır. Kirletici maddeler, doğrudan suya değil, toprağa veya atmosfere de verilebilir. Buralardan da yağışlar ve yer altı sularıyla akarsulara, denizlere ve göllere karışır. Daha önce değindiğimiz asit yağmurları da su kirliliğinin bir diğer nedenidir.

Arıtılmadan çevreye bırakılan evsel ve endüstriyel atıklar (atık yağlar, gübreler, deterjanlar vb.), su kirliliğine neden olan kirleticilerdendir. Doğal denge içerisinde organik atıklar, sudaki mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır. Ancak artan su kirliliği, yeryüzündeki suların sahip oldukları kendi kendini temizleme kapasitesinin azalmasına veya yok olmasına yol açar. Özellikle göl gibi durgun sulara karışan fosforlu ve azotlu bileşiklerin artması başta alg olmak üzere su içi bitkiler aşırı çoğalır. Organik madde üretimi artarak gölün yüzeyinin yemyeşil olması durumu gözlenir. Bu olaya **ötrofikasyon** denir. Suda dibe çöken organik maddeyi ayrıştıran saprotrofların faaliyeti artar, oksijen azalır, balık gibi hayvanların oksijensiz kalarak ölür. Ötrofikasyon sonucu tür çeşitliliği azalır. Özellikle tarımda kullanılan gübrelerde ve evsel atıklarda bulunan bol miktardaki fosfor ötrofikasyonu hızlandıran başlıca faktördür.

Çeşitli nedenlerle kirlenen sular gerek çevreye gerekse insan ve diğer canlıların yaşamına zarar verir. Kirlilik oranı çok artan sulardaki bazı canlılar yaşamlarını sürdüremez. Görsel 3.19'da görüldüğü gibi balıkların ölümüne neden olabilir. Kirli suların içme suyu olarak kullanılması ya da kirli sularda yaşayan sucul canlıların besin olarak tüketilmesi yoluyla karadaki canlılar da su kirliliğinden olumsuz etkilenir.

Görsel 3.19: Sulardaki kirlilik, balıkların ölümüne neden olabilir.

Herhangi bir şekilde kirlenmiş suyu içmek ya da kullanmak, kirleticinin kaynağı ve çeşidine göre insan sağlığını farklı şekilde etkiler. Çeşitli yollarla kirlenen su kaynakları hem sudaki hem de karadaki canlılara zarar verir. Sudaki ağır metaller, zehirlenmelere hatta kanser gibi ölümcül hastalıklara neden olabilir. Zararlı bakterilerin ürediği suları içmek, bu bakterilerin yol açtığı kolera, tifo, dizanteri gibi bulaşıcı hastalıkların insana geçmesine neden olur.

C. Toprak Kirliliği

İnsan ve diğer pek çok canlı, toprağa bağlı bir yaşam sürer. Görsel 3.20'de gördüğünüz gibi bitkiler toprakta büyür ve gelişir. Üzerinde yaşadığımız topraktan besinlerimizin büyük kısmını elde ederiz. Toprak, bünyesinde bitkileri ve daha pek çok canlıyı barındıran doğal bir kaynaktır. İnsanlığın geleceği, toprağı nasıl kullandığına bağlıdır. Peki, toprağın kirlenmesi; insanı ve diğer canlıları nasıl etkiler?

Görsel 3.20: Toprak, birçok canlının yaşama ortamıdır.

Toprak, yerine konulamayan, üretilmesi olanaksız doğal kaynakların başında gelmektedir. Toprağın özelliklerini bozan, içinde yaşayan canlılar ve insan için olumsuz etkileri bulunan her türlü madde **toprak kirliliği**ne neden olur.

Toprak kirliliğine neden olan etmenlerin başında tarım ilaçları gelmektedir. Tarım ilaçları, topraktaki biyolojik dengeyi bozar, sebze ve meyvelerde kalıntı bırakarak bunlarla beslenen insan veya diğer canlıların hayatını tehdit eder. Bunun yanı sıra tarımda kullanılan gübrelerin de aşırı dozlarda ve uygun olmayan topraklarda kullanımı toprağın yapısını bozar.

Büyük şehirlerin civarındaki endüstri atıklarının toprağa karışması da toprak kirliliğinin nedenleri arasındadır. Ayrıca yerleşim yerlerine yakın alanlardaki çöpler, zamanla zararlı organizmaların ürediği, insan sağlığını tehdit eden ortamlar oluşturmaktadır. Görsel 3.21'de gördüğünüz gibi uygun şekilde depolanmamış çöplüklerde ayrıştırıcı mikroorganizmaların faaliyeti ile metan gazı birikir. Buralarda biriken metan gazı, patlamalara sebep olmaktadır. Tüm bunların yanı sıra hava ve suyu kirleten maddeler de toprak kirliliğine neden olur. Örneğin atmosferdeki kirlilikten oluşan asit yağmurları toprağa düşerek toprağın asitleşmesine neden olmaktadır. Yukarıda sayılan tüm bu nedenlerle kirlenen toprağın rengi ve bileşimi değişir, verimi düşer.

Görsel 3.21: Uygun şekilde depolanmamış çöpler

Toprak kirliliği, toprakta yaşayan mikroorganizma ve hayvanların yaşamlarını tehdit etmenin yanı sıra insan sağlığını da olumsuz etkiler. Meyve ve sebzelerdeki bu zararlı kimyasal kalıntılar, besin zinciri yoluyla insan ve hayvanların vücutlarına geçer. Bu kimyasallar zehirlenmelere, alerjilere, karaciğer bozukluklarına neden olur.

Uygun şekilde depolanmamış çöpler; zararlı mikroorganizmaların ve bağırsak solucanı, tenya gibi bağırsak parazitlerinin kistleri ile karasineklerin yumurta veya larvalarının üreme ortamıdır. Bu zararlılar, insanlarda sarılık, tifo, gıda zehirlenmesi gibi hastalıklara neden olur.

Ç. Radyoaktif Kirlilik

Radyasyon, bazı maddeler tarafından ışınlar ya da dalgalar hâlinde yayılan enerjidir. Radyasyon ve radyoaktif maddeler (doğal ve yapay) çevremizde her an vardır. Radyoaktif maddeler dünyamızın ve evrenimizin tüm kısımlarında bulunur, hatta her insanın vücudu hafif derecede radyoaktiftir. Doğal radyasyon kaynakları, insan katkısı olmaksızın doğada var olan radyasyon kaynaklarıdır. İnsanların maruz kaldığı radyasyonun yaklaşık %85'lik kısmı doğal kaynaklıdır. Güneş ışınları ve yer kürede doğal olarak bulunan radyoaktif elementlerin yaydığı radyasyon doğaldır. Tıbbi, cihazlar, elektronik aletler vb. kaynaklardan yayılan radyasyon ise yapaydır. Radyoaktif element adı verilen uranyum, plutonyum gibi elementlerin atom çekirdeğinin kendiliğinden parçalanarak etrafa yaydığı alfa, beta ve gama ışınları **radyoaktif kirliliğe** neden olur.

X ışınları ve nükleer reaksiyonlarla radyoaktif maddelerin parçalanması sonucu ortaya çıkan ışınlar, molekülleri iyonlaştırıcı özelliktedir. İyonlaştırıcı radyasyon, moleküllerin yapılarını bozar. Radyasyonun en büyük olumsuz etkisi ise hücrelerin DNA'larında bozulmalara yol açmasıdır. Peki, radyoaktif kirliliğe neden olan bu radyasyonun kaynakları nelerdir?

Görsel 3.22: Nükleer enerji santrali

Günlük hayatımızın hemen her alanında, gerek doğal yollardan gerekse teknolojik gelişmelerin getirdiği kolaylıkların bir bedeli olarak sürekli radyasyona maruz kalmaktayız. Dünya'nın oluşumundan beri canlılar, doğal radyasyon kaynakları olan Güneş ışınları ve yer kabuğundaki radyoaktif maddelerden kaynaklanan radyasyonla birlikte yaşamaktadır. Ancak günümüzde en önemli enerji üretim seçeneklerinden biri olan nükleer enerji, radyoaktif kirlilik konusunda endişeler yaratmaktadır. Görsel 3.22'de gördüğünüz gibi bir nükleer enerji santralinde atomların parçalanması sırasında ve sonrasında radyoaktif atıklar oluşur. Bu atıkların zararsız hâle getirilmesi, günümüz teknolojisi ile mümkün değildir. Bu nedenle nükleer santrallerde ortaya çıkan atıkların güvenli bir şekilde depolanması gerekmektedir.

Nükleer santrallerde yeterli güvenlik önlemleri alınmazsa neler olabileceği 1986 yılında Ukrayna'nın Çernobil kentinde meydana gelen nükleer reaktör kazası ile çok iyi anlaşılmıştır. Bu kazadan atmosfere yayılan radyoaktif maddeler çok sayıda insanın ölümüne, kanser vakalarının artmasına ve embriyonik dönemde zarar görmüş sakat çocukların doğmasına sebep olmuştur.

Birçok çevre kirliliği sorunu gibi nükleer felaketler de ülke sınırlarını aşarak başka ülkeleri de etkilemektedir. Örneğin bazı çevreler, ülkemizin Karadeniz Bölgesi'ndeki kanser vakalarında görülen artışı bu kazaya bağlamaktadır.

Nükleer enerji ile sadece elektrik enerjisi üretilmekle kalmayıp bazı ülkeler nükleer silah da üretmişlerdir. Nükleer silahlar, diğer patlayıcılardan çok daha fazla zarar verme amaçlı kullanılır ve bir kenti ya da bir ülkeyi canlı, cansız ne varsa tamamen yok edecek güçtedir. Dünya tarihinde, ABD tarafından Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki kentlerine atılan nükleer bomba bunun örnekleridir.

İnsanlar, röntgen gibi tıbbi amaçlı tanı ve tedavi yöntemleri kullanıldığında da bir miktar iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalırlar. Ayrıca hava alanlarında ve alışveriş merkezlerinde bulunan ve X-ışınları ile çalışan dedektörler de iyonlaştırıcı radyasyon yaymaktadır.

İnsanların tıbbi amaçlı uygulanması gereken radyasyon dışında doğrudan iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmaları kesinlikle önerilmez. İyonlaştırıcı radyasyon, daha önce de değindiğimiz gibi DNA'yı ve hücre yapısını bozarak kısa ve uzun vadede insan sağlığına ciddi zararlar verir. Radyasyon, anne karnındaki bebeklerde ciddi sağlık sorunlarına, düşüklere; bebek ve çocuklarda da büyüme, gelişme ve zekâ geriliğine yol açabilir. Günlük hayatta doğal radyasyona maruz kalmayı önlemek neredeyse imkansızdır. Yapay radyasyonun etkisi ise alınacak önlemlerle önemli ölçüde azaltılabilir. Radyasyon kaynağı yakınında geçen süreyi azaltmak, radyasyon ile mesafeyi azaltmak ve radyasyon kaynağı ile kişi arasına bir engel koymak gibi önlemler alınabilir.

D. Ses Kirliliği

Çok yüksek sesli ortamlarda, ses kaynaklarının neler olduğunu fark ettiniz mi? Bu gibi ortamlarda nasıl bir rahatsızlık hissedersiniz?

Ses kirliliği veya diğer adıyla **gürültü kirliliği**, insan ve diğer canlıların yaşamını olumsuz etkileyen doğal ya da insan kaynaklı rahatsız edici ses oluşumudur. Günümüzde ses kirliliği, özellikle büyük şehirlerde insan sağlığını olumsuz etkileyen bir çevre sorunu hâline gelmiştir. Görsel 3.23'te gürültü kirliliğinin nedenlerinden bazılarını görüyorsunuz.

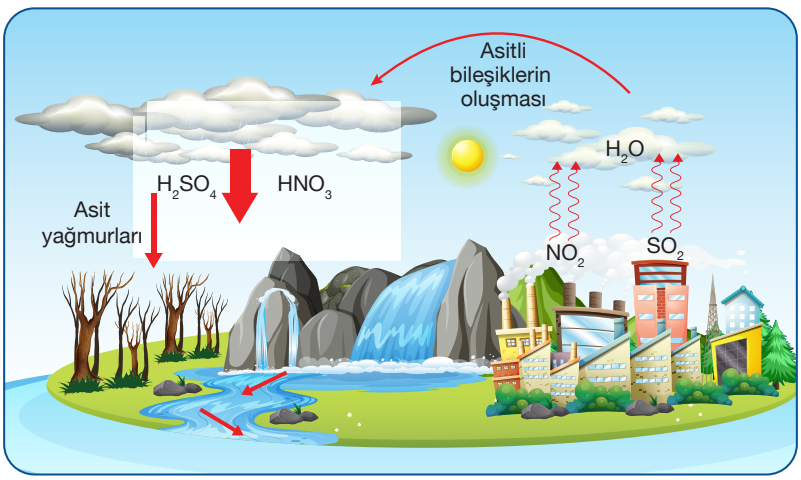
Görsel 3.23: Taşıtlar ve inşaat alanları önemli gürültü kaynaklarıdır.

Motorlu araçların sesleri, sirenler, yol ve inşaat makineleri, demir yolu ve hava yolu taşıtları, çok yüksek sesle dinlenen müzik, yüksek sesle konuşan insanlar, araba alarmları, çeşitli ev aletleri gibi ses kaynakları gürültü kirliliğine neden olur. Yoğun trafiğin, endüstrinin olduğu, demir yolları ve havaalanlarına yakın yerlerde yaşayan insanlar gürültü kirliliğinden daha çok etkilenir. Son yıllarda, okyanuslarda da gürültü kirliliğinin tehlikeli boyutlara vardığı anlaşılmıştır. Deniz canlılarının pek çoğu yiyecek, eş, yön ve yol bulmak için sesten faydalanmaktadır. Gemilerden gelen sonar dalgaları, deniz kıyısındaki eğlence mekânlarından gelen yüksek sesler denizlerdeki canlıların davranışlarını da olumsuz etkileyebilir.

Gürültü kirliliği; insan sağlığını, davranışlarını fizyolojik ve psikolojik olarak etkiler. Ses kirliliğinin fizyolojik etkileri arasında geçici ya da sürekli işitme kaybı, yüksek tansiyon, kulak çınlaması, dolaşım ve solunum bozuklukları sayılabilir. Stres, sinir, saldırganlık, uyku bozuklukları, dikkat dağınıklığı ve iş veriminin düşmesi ses kirliliğinin psikolojik etkilerindendir.

E. Asit Yağmurları

Bitkilerin yaşam kaynağı olan yağmurların bitkiye nasıl zararlı hâle gelebileceğini biliyor musunuz? Bu sorunun cevabı asit yağmurlarının oluşumu ve etkilerinde gizlidir. Şekil 3.11'de verilen asit yağmurlarının oluşumuna ait gösterimi dikkatle inceleyiniz.



Şekil 3.11: Asit yağmurlarının oluşumu

Kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yakılması sonucu atmosferde kükürt dioksit (SO_2) ve azot dioksit (NO_2) gazları birikir. Volkanik patlamalar gibi doğal olaylar da bir miktar NO_2 gazının atmosfere karışmasına neden olur.

Bu gazlar, havadaki su buharıyla birleşince bir kimyasal tepkime meydana gelir. Bu tepkime sonucunda meydana gelen sülfürik asit ve nitrik asit gibi asitler, bulutlardaki su damlacıklarına karışarak yağmur suyunun asitliğinin artmasına neden olur. Çok miktarda kükürt ve azot içeren bu tip yağmurlara **asit yağmurları** denir. Normal koşullar altında oluşan yağmurların pH değeri 5,6'dır. Bu değerin altında bir değere sahip olan yağmur, asit yağmuru olarak adlandırılmaktadır.

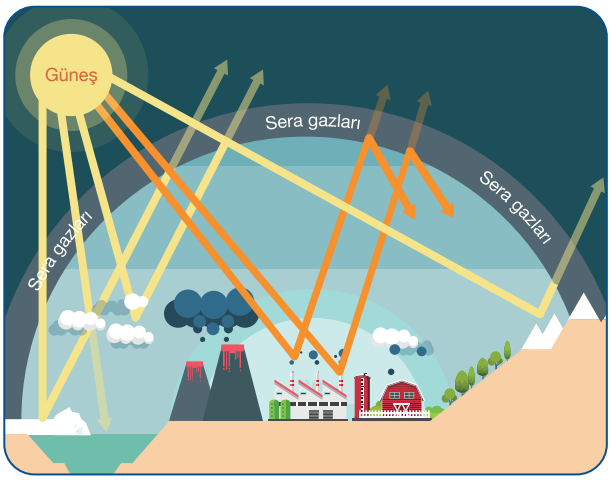
Asit yağmurları ormanların tahrip olmasına, toprakların yapısını bozarak bitkilerin ve toprakta yaşayan mikroorganizmaların ölmesine neden olmaktadır. Ayrıca asit yağmurlarının akarsu ve göllerdeki sulara karışmasıyla bu suların asit oranı artar. Bu durumdan su bitkileri, balıklar ve diğer su canlıları olumsuz etkilenir. Böylece doğadaki denge bozulur ve canlıların yaşamı tehlikeye girer. Toprakta ve suda biyolojik çeşitlilik azalır.

Sadece bitkiler ve diğer canlılar değil, Görsel 3.24'te görüldüğü gibi tarihî eserler ve yapılar da asit yağmurlarından zarar görür. Heykeller ve tarihî binaların yapısında bulunan kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), asitler ile tepkimeye girerek bozulmaya uğrar. Bu nedenle asit yağmurları, tarihî eserlerin daha erken dönemlerde yıpranmasına ve yok olmasına neden olur.

Görsel 3.24: Asit yağmurlarından zarar görmüş tarihî eser

F. Küresel İklim Değişikliği

Güneş'ten gelen ışınların bir kısmı Dünya ve atmosfer tarafından yansıtılır. Bir kısmı ise atmosferden geçerek yeryüzüne ulaşır. Bu ışınların bir kısmı yeryüzünde soğurulurken bir kısmı da uzaya geri yansıtılır. Bu yansıyan ışınlar, başta karbondioksit, metan ve su buharı olmak üzere atmosferde bulunan bazı gazlar tarafından tutularak yeryüzüne geri yansıtılır. Bir seranın camları ile sıcaklığın korunması gibi Dünya atmosferinin sıcaklığı da bu gazlar sayesinde korunur. Bu doğal duruma **sera etkisi** denir. Şekil 3.12'de sera etkisinin oluşumu görülmektedir. Doğal sera etkisi sebebiyle Dünya'nın ortalama sıcaklığı +15°C'dir. Eğer doğal sera etkisi olmasaydı yerkürenin ortalama sıcaklığı –18°C olacaktı.



Şekil 3.12: Sera etkisinin oluşumu

Sanayileşme devriminden bu tarafa petrol, kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanımı sebebiyle atmosferde CO_2 konsantrasyonu sürekli artış göstermektedir. Ayrıca atmosfere salınan metan, azotoksit, kloroflorkarbon (CFC) gibi diğer sera gazlarının miktarlarında da artışlar görülmektedir. Bunun sonucunda küresel ısınma meydana gelmekte ve küresel iklim değişikliği ortaya çıkmaktadır.

Küresel ısınma, kutupların bazı bölgelerinde sıcaklığın 0°C'un üzerine çıkmasına ve buzulların erimesine neden olmaktadır. Eriyen buzullar deniz seviyesini yükselteceğinden Dünya'nın bazı bölgeleri sular altında kalabilir.

Küresel ısınma, Dünya'nın her yerinde hava sıcaklıklarının artması anlamına gelmez. Dünya ikliminde meydana gelen değişiklikler nedeniyle Dünya'nın bazı yerlerinde aşırı yağışlar, kasırgalar, seller ve taşkınlar; bazı yerlerinde ise şiddetli kuraklıklar ve çölleşme olayları gözlenebilir. Ayrıca küresel ısınma nedeniyle sıcaklık değişimlerine hassas canlı türlerinin yakın bir gelecekte yok olması söz konusu olabilecektir. Bütün bunlar, küresel ısınmanın biyolojik çeşitlilik üzerindeki olası etkilerindendir.

G. Erozyon

Yaşamın devamlılığı ve insanoğlunun geleceği için vazgeçilmez olan topraklarımızı tehdit eden tek faktör kirlilik değildir. Verimli üst toprak katmanının akarsu, çığ, rüzgâr ve yağış gibi etkilerle aşınması, yer değiştirmesi **erozyon** olarak adlandırılır. Eğimli ve bitki örtüsünden yoksun alanlarda yağmur sularının toprak tarafından emilemeyen bölümü toprağı sürükleyerek akarsu, göl, baraj ve denizlere taşır. Çığ oluşumunu sağlayan büyük kar kütlelerinin hareketi de bir bölüm toprağın aşınıp taşınmasına neden olur. Karların erimesiyle kar suları, toprağı çok daha uzun mesafelere taşıyabilir.

Erozyonun bir diğer nedeni de rüzgârın etkisiyle gevşek yapıdaki ince taneli toprağın taşınmasıdır. Özellikle bitki örtüsü yönünden zayıf ya da bitki örtüsü hiç bulunmayan alanlarda toprak, rüzgâr erozyonu ile kıtalar arasında bile taşınabilmektedir. Görsel 3.25'te gördüğünüz gibi Konya'nın Karapınar ilçesi, son yıllarda rüzgâr erozyonu ile çölleşmiştir.

Verimli arazilere bina veya fabrika yapılması, tarım arazilerinin yanlış kullanımı, aşırı otlatma, ormanların tahrip edilmesi doğal bitki örtüsünü yok etmekte bunun sonucunda da erozyonla toprak kaybı artmaktadır. Günümüzde Türkiye topraklarının %12,67'si çok şiddetli ve şiddetli, %7,93'ü ise orta şiddetli su erozyonuyla karşı karşıyadır.

Görsel 3.25: Konya'nın Karapınar ilçesindeki kumullar, rüzgâr erozyonu ile çölleşmiş alanlara örnektir.

Erozyonun en büyük olumsuz sonucu, oluşumu binlerce yıl alan verimli üst toprak örtüsünün yok olmasıdır. Verimli toprakların azalması sonucunda tarım alanları ve meraların azalması, köyden kente göçün başlıca nedenlerindendir. Bu durum kentlerdeki ekonomik, sosyal ve çevresel sorunları daha da artırmaktadır. Erozyonun bir başka etkisi de barajları toprakla doldurup barajlarımızın kullanım süresini kısaltmasıdır.

H. Doğal Hayat Alanlarının Tahribi

Ekosistemler, bitki ve hayvanlar için doğal hayat alanlarını barındırmaktadır. İnsan da diğer canlılar gibi bulunduğu ekosistemin bir parçasıdır. Ancak artan insan nüfusu, sanayileşme ve gelişen teknoloji ekosistemlerdeki insan etkisinin dengelenmesini engellemektedir. Bunun sonucu olarak da yeryüzündeki ekosistemlerin neredeyse tamamı, insan faaliyetlerinin tehdidi altında kalmıştır. Sulak alanların kurutulması, aşırı avlanma gibi insan faaliyetlerinin sonucunda yaban hayatının tahrip edilmesi önemli bir çevre sorunudur.

Bitki ve hayvanların yaşamlarını sürdürmek için gereksinim duydukları havanın, suyun ve toprağın kirlenmesi, birçok canlı türünün sayısının azalmasına hatta nesillerinin yok olma tehdidiyle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Çevre kirliliğinin yanı sıra yaban hayatını tehdit eden, canlıların yaşam alanlarının bozulması ve yok edilmesine neden olan insan kaynaklı başka faktörler de vardır. Tarım alanlarının genişlemesi, özellikle büyük kentlerde ve kıyı bölgelerinde plansız yapılaşma birçok alanın geri dönüşsüz yok olmasına neden olmaktadır. Önemli doğa alanları üzerindeki bir diğer tehdit de yol yapım çalışmalarıdır. Düşünmeden ve plansızca yapılan yol çalışmaları doğal ortamında yaşamaya çalışan yaban hayvanlarını olumsuz etkilemektedir.

Bazı türlerin doğal olarak yaşadıkları ekosistemden başka bir ekosisteme getirilmesi ve burada aşırı çoğalması da Dünya'nın ve ülkemizin sahip olduğu biyolojik çeşitliliğe yönelik bir tehdittir. Örneğin denizlere, akarsulara ve göllere avcılık amacıyla atılan yabancı balık türleri, birçok balık türünün sayısının azalmasına yol açmaktadır.

Doğal hayatı en çok etkileyen faktörlerden biri de doğadaki türlerin aşırı avlanması veya toplanmasıdır. Bilinçsiz ve kaçak avcılık, bazı canlıların ticari amaçlarla toplanması, tüm dünyada ve ülkemizde çok sayıda canlı türünün yok olmasının, birçoğunun da nesillerinin tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmasının en büyük nedenlerindendir.

I. Orman Yangınları

Ormanlar, birçok canlı için eşsiz yaşam alanları olmalarının yanı sıra erozyonu, sel ve taşkınları önlemeleri, iklimi dengelemeleri, atmosferdeki karbondioksit gazını tutarak sera etkisini azaltmaları bakımından da çok önemli doğal kaynaklardır. Ayrıca ormanlar, kereste ve kâğıtlık odun üretimi ile de ekonomik fayda sağlayan alanlardır. Ormanları tehdit eden faktörlerin en önemlilerinden biri Görsel 3.26'da gördüğünüz gibi orman yangınlarıdır.

Yıldırım düşmesi, yanardağ patlaması, yüksek sıcaklık gibi doğal nedenlerle veya sigara, tarımsal faaliyetler, ormanda ateş yakma, anız yakma gibi insan kaynaklı nedenlerle çıkan orman yangınları vardır.

Ormanların yanması ekolojik olarak birçok zarara sebep olur. Canlıların yaşam alanlarının yok olması, iklim değişikliği ve kuraklık bunlardan başlıcalarıdır.

UNUTMAYALIM

Yangın ihbarları "112 Acil Çağrı Merkezi" hattına yapılabilir.

Görsel 3.26: Orman yangınları, önemli çevre sorunlarından biridir.

3.2.2. Biyosferdeki Ayak İzlerimiz

Doğal yaşam alanlarını tehdit eden en büyük faktör insan olduğuna göre çevrenin korunması da yine insan eliyle olacaktır. Bu amaçla doğal yaşam alanlarının korunmasındaki sorumluluğumuzu anlamalı ve diğer insanlara da anlatmalıyız. Su, toprak, hava gibi doğal kaynakları yeryüzündeki diğer canlılarla paylaştığımızı kavramazsak yaban hayatının tahrip olması kaçınılmazdır.

Buraya kadar öğrendiğiniz bilgilerin ışığında, güncel çevre sorunlarının ortaya çıkmasında bireysel rolünüzün ne olduğunu düşünüyorsunuz? Günlük hayatınızda kullandığımız kâğıt, ahşap gibi ürünlerden tutun da tükettiğimiz besin maddelerine kadar birçok ürün doğadan elde edilirken doğal yaşam alanlarına zarar verildiğini söyleyebilir miyiz? Doğal yaşam alanları üzerinde kendi payımıza düşen tahribatı azaltmak ve yaban hayatının korunmasına katkıda bulunmak için nasıl bir tutum sergilemeliyiz?

Doğal kaynakların kullanımı konusunda yeni yerleşmeye başlamış bir kavram olan **ekolojik ayak izi** kavramı, yukarıdaki soruların cevaplanmasını kolaylaştırmaktadır. Yaşamsal faaliyetlerimiz için doğada kullanılan alanların tamamı biyosferde bir etki bırakır. Bir insanın ya da toplumun üretim ve tüketimleri sonucunda oluşan etkilerin toplamı onun ekolojik ayak izini oluşturur.

Ekolojik ayak izi, insanların talep ettiği ekolojik hizmetlerin sağlanması için kullanılan alanların bir ölçütüdür.

Tarımsal üretim, otlatma, yapılaşma, balıkçılık ve orman ürünleri üretimi için gereken biyolojik olarak üretken bütün alanlar (biyolojik kapasite) bu hesaba dâhildir. Şekil 3.13'te ekolojik ayak izini oluşturan bu bileşenler gösterilmiştir.

Şekil 3.13: Ekolojik ayak izini oluşturan bileşenler

Çevreye küresel boyutta zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerinin neler olduğunu araştırınız. Tükettiğiniz tüm ürünler ve enerjiyi düşündüğünüzde sizin Dünya üzerindeki ekolojik ayak izinizin büyüklüğü hakkında ne düşünüyorsunuz? Araştırma sonuçlarınızı sınıfınızda sözlü olarak sununuz ve tartışınız.

Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolümüzü gösteren iki kavram daha vardır. Bunlar **su ayak izi** ve **karbon ayak izi**dir.

A. Su Ayak İzi

Su ayak izi, birim zamanda kullanılan ya da kirletilen su miktarı ile ölçülmektedir. Bir bireyin ya da toplumun su ayak izi, bireyin veya toplumun harcadığı malların ve hizmetlerin elde edilmesi için kullanılan toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır.

Mavi su ayak izi, yüzey ya da yer altı kaynaklarından (göller, nehirler, sulak alanlar gibi) gelen suyun hacmidir. Sulu tarım, sanayi ve evsel su kullanımının her biri mavi su ayak izine sahip olabilir.

Yeşil su ayak izi, toprağın kök bölgesinde depolandıktan sonra ya buharlaşmayla kaybedilen ya da yağışlardan kaynaklanan su miktarıdır. Özellikle tarım, bahçecilik ve ormancılık ürünleri ile ilgilidir.

Gri su ayak izi, kirli ve atık suları seyreltmek ve temizlemek için gereken su hacmidir.

B. Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi; her insanın ulaşım, ısınma, enerji tüketimi veya satın aldığı her türlü ürün neticesinde atmosfere yayılmasına neden olduğu karbon miktarını anlatmak üzere kullanılan bir terimdir. Başka bir ifadeyle aldığımız her ürün veya gerçekleştirdiğimiz her faaliyet için gerekli olan enerjinin üretilmesi sırasında atmosfere salınan karbon gazı toplamı karbon ayak izinizdir.

Dünyada kişi başı yıllık CO_2 emisyonu miktarı yaklaşık 7 tondur. 2019 yılı verilerine göre ABD'de bir kişinin bir yılda ürettiği CO_2 miktarı ortalama 15,5 ton iken Türkiye'de bu miktar 6,1 ton kadardır.

Dünyada yaşayan herkesin küresel ısınmada payı vardır. Peki, bu pay herkes için aynı mıdır? Aşağıdaki etkinliği yaparak buraya kadar öğrendiğiniz tüm çevre sorunlarındaki bireysel rolünüzü daha iyi kavrayabileceksiniz.

Etkinlik Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 173

ETKİNLİK 3.4

AYAK İZİMİZİ TAHMİN EDELİM

Amaç: çevrim içi hesaplama araçlarını kullanarak, su, karbon ya da ekolojik ayak izini tahmin etmek

Araç ve gereçler: genel ağ erişimli bilgisayar, kâğıt, kalem

UYGULAYALIM

1. Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi ile ilgili genel ağ kaynaklarından yaralanarak çevrim içi hesaplama araçları bulunuz. Sınıfınızda bireysel ayak izlerinizi hesaplayarak karşılaştırınız.
2. Bulduğunuz sonuçları dünya ve Türkiye'deki kişi başı ayak izi ortalamaları ile de karşılaştırınız.
3. Ayak izi hesaplama araçları farklı puanlama sistemleri içerse de genel olarak yakıt ve ısınma, elektrik, ulaşım ve yaşam tarzı nedeniyle tüketilen kaynakların bir yansımasını vermeyi amaçlar. Dünya kaynaklarını ne ölçüde kullandığınızı fark etmenizi yarayacak bir anket de kitabınızın 178. sayfasında verilmiştir. Bu anketi ailenizle birlikte doldurunuz. Yönergede belirtilen hesaplamayı yaparak ekolojik ayak izinizin büyüklüğünü ve ne anlam ifade ettiğini ailenizde ve sınıfınızda tartışınız.

SONUCA VARALIM

1. Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolünüz nedir? Çevre sorunlarının önlenmesinde bireylere ve topluma ne gibi görevler düşer? Tartışınız.
2. İnsanların ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri geliştiriniz.
3. Önerdiğiniz çözümleri birer poster hâline getirerek okulunuzda veya sınıfınızda sergileyiniz.

İnsanoğlunun doğada bıraktığı ayak izi korkutucu boyutlara gelmiştir. Doğada bıraktığımız bu izi azaltmak için bireysel olarak bizlere de bazı sorumluluklar düşmektedir. Alışkanlıklarımızı değiştirmediğimiz sürece doğadaki kaynakların hızla tükeneceğini ve insanoğlunun yaşanabilir başka bir gezegen aramaktan başka şansının kalmayabileceğini unutmamalıyız.

3.2.3. Ülkemizde ve Dünyada Çevre Kirliliğinin Önlenmesi

Çevre sorunlarının birçoğu birbirine bağlıdır ve alınabilecek basit önlemler, birden fazla çevre sorununun çözümüne katkıda bulunur. Örneğin asit yağmurları ve küresel ısınma, hava kirliliğine bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunları olduğuna göre hava kirliliğinin önlenmesi bu sorunların hepsinin çözümünde etkilidir.

Aşağıdaki etkinliğinizde ülkemizde ve dünyada çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çalışmaları araştıracak ve tartışacaksınız.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 3.5

ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ

Amaç: ülkemizde ve dünyada çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunmak

UYGULAYALIM

1. Öğretmeninizin rehberliğinde sınıfınızda çalışma grupları oluşturunuz.
2. Grup içinde çevre kirliliğinin önlenmesi için çözüm önerilerinizi tartışınız. Ortaya konulan görüş ve önerileri not ediniz.
3. Grup olarak belirlediğiniz çözüm önerilerinizi içeren bir kampanya başlatınız. Kampanyanızın düzenlenmesi, yürütülmesi için okul yönetiminizin aracılığıyla yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, çeşitli kamu kurum ve kuruluşları ile iletişim kurunuz. Bu kurumlarla iş birliği yapınız.
4. Grup içinde iş bölümü yaparak kampanyanız için afiş ve slogan hazırlayınız. Hazırladığınız afişi okul panosuna ve iş birliği yaptığınız kişi veya kurumlar aracılığıyla çeşitli yerlere asınız.

SONUCA VARALIM

1. Kampanyanızın sonuçlarını öğretmeniniz, sınıf arkadaşlarınız ve ailenizle değerlendiriniz.

Yaşamımızı sürdürdüğümüz ve bize sağladığı sayısız olanaktan faydalandığımız Dünya'mız, bizim yaşam kaynağımız ve tek yuvamızdır. Peki, biz ona, onun bize gösterdiği cömertliği, sevgiyi ve saygıyı gösteriyor muyuz? Kullandığı ürünün ambalajını yakınındaki bir geri dönüşüm kutusuna değil de yere atan bir insanın, atıklarını arıtmadan doğaya veren bir fabrikanın çevreye saygısından söz edilebilir mi?

Bireylerden, fabrikalara ve iş yerlerine kadar toplumun tüm kesimlerinin çevreye saygılı olmaları ve doğa dostu uygulamalar gerçekleştirmeleri çevre sorunlarını büyük ölçüde önleyecektir. Bu konuda olumlu örneklerin bilinmesi ve yaygınlaştırılması önemlidir. Kitabınızın 148, 149 ve 150. sayfalarında, ülkemizde ve dünyada çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerini ve bu konuda yapılan çalışmaların birkaç örneğini bulacaksınız.

A. Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çözüm Önerileri

Hava kirliliğinin önlenmesi için alınacak önlemlerden başlıcalarını ormanlar ve diğer yeşil alanların korunması, fosil yakıtların kullanımının azaltılması, sanayi tesislerinde arıtma tesislerinin kurulması olarak sıralayabiliriz.

Erozyonu önlemek için uygun olmayan arazilerin tarım dışı kullanımı önlenmeli tarımda doğru ekim, sulama ve toprak işleme yöntemleri uygulanmalıdır. Eğimli bölgelerdeki tarım alanları, eğime dik sürülmelidir. Ormanlık alanlar korunmalı ve orman tahribatı önlenmelidir. Zarar gören bitki örtüsü yenilenmeli, mevcut bitki örtüsü korunmalıdır.

Erozyonu engellemek için ağaçlandırma vb. kampanyalar düzenlenmeli, toplumun her kesimi bu konuda bilinçlendirilmelidir.

Görsel 3.27'deki gibi plastik torbaların doğal yollarla ayrışması zordur. Bunlar yerine bez torbalar kullanarak tüketim alışkanlıklarınızda basit değişiklikler yapabilir, böylece toprak kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunabilirsiniz. Evinizde ya da okulunuzda oluşan çöpleri ayrı ayrı biriktirerek hem çevre kirliliğini engellemiş hem de kendi üretmiş olduğunuz atıkların fazla değer kaybetmeden tekrar geri kazanılmasını sağlamış olursunuz.

Görsel 3.27: Toprağa atılan plastik bir torbanın ayrıştırılması 100 ile 10 bin yıl arası bir zaman alır.

Toprak kirliliğinin önlenmesi için alınacak önlemlerden başlıcaları; organik tarımın teşvik edilmesi, evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan toprağa verilmemesi, tarım ilaçlarının gerektiği kadar ve kontrollü kullanılması olarak sıralanabilir.

Su kirliliğini önlemek için Görsel 3.28'deki gibi atık yağlar bir yerde toplanarak geri dönüşüme kazandırılabilir. Su kaynaklarının çevresinin temiz tutulması; plastik ambalaj, poşet gibi maddelerin sulara bırakılmaması, suları kirletenlerin uyarılması, su kullanımında israftan kaçınılması su kirliliğini önlemek için bireysel sorumluluklarımızdan bazılarıdır.

Görsel 3.28: Atık yağlar ayrı bir yerde toplanarak geri dönüşüme kazandırılabilir.

Sanayi tesislerinin yerleşim yerlerinden uzakta uygun yerlere kurulması, su kaynaklarının bulunduğu yerlerde tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin kontrollü olarak yapılması ve doğada parçalanması zor deterjan, plastik ambalaj gibi malzemelerin kullanımından kaçınılması da su kirliliğinin önlenmesi için alınması gereken tedbirler arasında yer alır.

Görsel 3.29'da 2021 yılında Muğla ilinde yanan ormanların söndürülme çalışmaları görülmektedir. Ormanları yangınlara karşı korumak için ormanlara cam ve cam kırıkları atmamak, ormanda ateş yakmamak, orman yangınlarını 112 Acil Çağrı Merkezine bildirmek bireysel sorumluluklarımızdandır.

Görsel 3.29: Muğla orman yangını, 2021

Radyasyon kirliliğini önlemek için nükleer santrallerde gerekli önlemler alınmalı ve nükleer atıklar uygun şekilde depolanmalı, nükleer silah denemeleri tüm dünyada yasaklanmalıdır.

B. Ülkemizde ve Dünyada Çevre Kirliliğinin Önlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar

Okulunuzda "Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik neler yapılabilir?" konulu, iki ders saati süreli bir panel düzenleyiniz. Panel düzenleme hakkında gerekli bilgilere www.eba.gov.tr adresinden ulaşabilirsiniz. Panel organizasyonu sınıf temsilcileri ve okul öğrenci temsilcisi tarafından yapılabilir. Panele yakın çevrenizdeki kamu kurum ve kuruluşlarından alanında uzman katılımcı davet ediniz. Panelde konu hakkında çözüm önerilerinin sunulmasını ve tartışılmasını sağlayınız.

Çevre kirliliğinin önlenmesi için biyolojinin yanı sıra birçok bilim ve mühendislik dalı birlikte çalışmalar yapar. Çevre kirliliğinin önlenmesi için öncelikle kirliliğin nedenlerinin araştırılması gerekir. Daha sonra bunun insan ve çevre sağlığına etkileri belirlenir. Böylece çevre kirliliğinin önlenmesi için uygun çözümlerin planlanarak uygulanması mümkün olur. Biyoloji, kimya, biyokimya, tıp ve istatistik gibi bilimler çevre kirliliği ile ilgili verilerin toplanmasını sağlar. Bu verileri çevre mühendisliği, ziraat mühendisliği ve orman mühendisliği gibi mühendislik dalları kullanır ve çevre kirliliğini önlemek için çalışmalar yapar. Bu çalışmalara, ülkemizden ve dünyadan bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Sayıları sürekli artış gösteren motorlu taşıtlar, özellikle büyük kent merkezlerinde hava kirliliğine neden olmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yapılan denetimlerde, Görsel 3.30'da olduğu gibi egzoz emisyon ölçümleri yapılmaktadır. Yapılan ölçümler sonucunda kirletici miktarları belirlenen sınırlar dışında kalan taşıtların trafiğe çıkmasına izin verilmemektedir.

Görsel 3.30: Egzoz emisyon ölçümü

İnsan sağlığını tehdit eden bazı atıkların geri dönüşümü ve tekrar değerlendirilmesi için birçok ilde atık toplama merkezleri ve katı atık tesisleri kurulmaktadır. Örneğin Ankara Mamak'ta uygulanan "Ankara Katı Atık Yönetimi Projesi" kapsamında, sera gazı etkisiyle atmosfere zarar veren metan gazı, elektrik enerjisine dönüştürülerek hava ve çevre kirliliğinin önüne geçilmekte ayrıca ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Dönüşüm sırasında ortaya çıkan karbondioksit gazı da tesiste kurulan domates ve çilek seralarında kullanılarak yok edilmektedir. Görsel 3.31'de, bu tesisteki sera görülmektedir.

Görsel 3.31: Topraksız tarım ile domates üretimi

Rüzgâr, su ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları çevreye zarar veren karbon salınımının azaltılması bakımından önemlidir. Dünya genelinde hükûmetler, yenilenebilir enerji kullanımını artırmak ve bu alandaki teknolojileri geliştirmek yönünde politikalar izlemektedir. Görsel 3.32'de güneş panelleri görülmektedir. Dünyanın en büyük güneş enerjisi istasyonlarından biri 2016 yılında Hindistan'da açılmıştır. 2030 yılında ülkenin enerji ihtiyacının yüzde 40'ının fosil olmayan yakıtlardan üretilmesi hedeflenmektedir. Ülkemizde son yıllarda rüzgâr ve güneş enerjisinden daha fazla faydalanılmaktadır. İki bin hektar alan üzerinde kurulmakta olan Karapınar Güneş Santrali projesinin tamamlanmasıyla ülkemizin enerji ihtiyacının daha büyük bir bölümü yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmiş olacaktır.

Görsel 3.32: Güneş panelleri

İstanbul ve Zonguldak'ta başlayan, 1000 metrekare üzerinde parsele sahip binalara getirilen yağmur suyu toplama sistemi kurma zorunluluğunun Türkiye'de geçerli hâle getirilmesi su tasarrufu adına çok önemli bir adımdır. Binaları aynı zamanda zemin suyundan koruyacak olan bu drenaj sistemi vasıtasıyla yer altında oluşturulacak sarnıçta biriktirilen ve faturalandırma yapılmayan yağmur suları; bahçe sulamada, tuvaletlerde, çamaşır yıkamada kullanılabilmektedir.

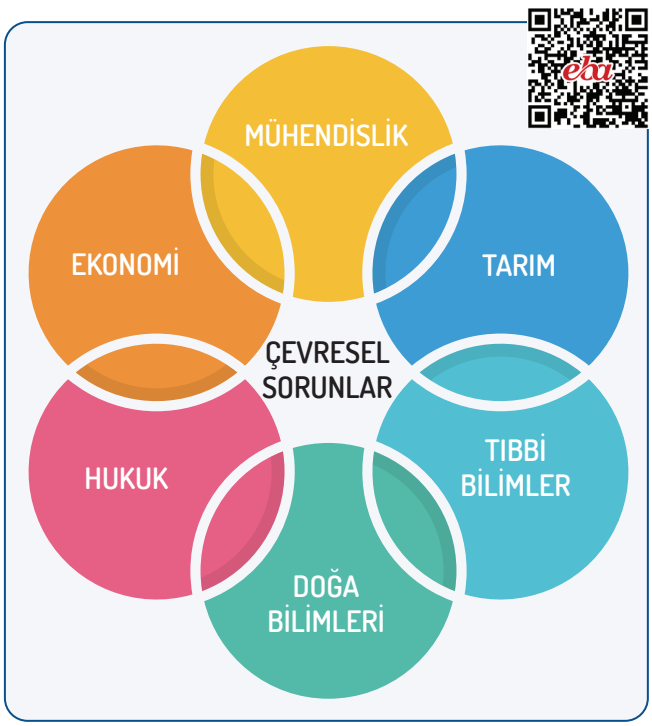
Okyanus ve denizlerdeki canlılar için en büyük tehlikelerden biri de plastik atık ve çöplerdir. Bu kirliliği yok etmek için Hollandalı bir gencin 19 yaşındayken geliştirdiği proje umut olmuştur. "Okyanus Temizliği Projesi" kapsamında okyanuslarda kurulan kilometrelerce uzunluktaki yüzer boru sistemleri ile okyanuslardaki plastik atıklar toplanacaktır. Görsel 3.33'te bu boruların bir bölümü görülmektedir. 2018 yılında başlayan proje kapsamında toplanan plastikler, belirlenecek bir bölgede biriktirilecek, sonra da sudan çıkarılacaktır. Projeyle beş yılda okyanuslardaki atıkların yarısının toplanabileceği belirtilmektedir.

Görsel 3.33: Okyanus temizliği için kullanılan borular

Kolombiya'nın başkenti Bogota'da özel bir şirket tarafından plastik atıklar inşaat malzemesine dönüştürülebilmektedir. Böylece evsiz olanların barınma sorunu ucuz, güvenli ve dayanıklı bir yapı malzemesi sunularak ortadan kaldırılırken plastik atıkların çevreye olan olumsuz etkileri de yok edilmektedir.

Çevre sorunlarının çözümünde canlıları inceleyen bilim dalı biyoloji ve biyolojinin canlılar ile çevrenin etkileşimini inceleyen alt dalı ekoloji çok önemli bir yer tutar. Çevre sorunlarının en önemli özelliklerinden biri hem sorunların hem de çözümlerin karmaşık yapısıdır. Örneğin bir çevre sorunu sadece bilimsel ve teknik değil, sosyal sorunlarla da ilgili olabilir ya da sadece çevreyi değil insan sağlığını da etkiliyor olabilir. Bu nedenle güncel çevre sorunlarına çözüm bulmak için biyoloji alanındaki bilimsel bilgiyi başka disiplinlerdeki bilimsel bilgiler ve uygulamalarla birlikte ele almak gerekir.

Şekil 3.14'te çevre sorunlarının çözümünde birlikte çalışan disiplinlerin bir örneği gösterilmektedir. Doğa bilimleri çevre ile ilgili değişiklikleri gözlemler, analiz eder ve yönetir. Çevre sorunlarının sağlık üzerindeki etkisi tıp bilimleri tarafından ele alınmaktadır. Birçok mühendislik alanı atık su arıtma sistemleri ve enerji tasarruflu cihazlar gibi teknolojiler aracılığıyla kirlilik sorunlarının veya iklim değişikliğinin çözümüne katkıda bulunur. Tarım çevre sorunlarından etkilenir ve diğer yandan çevre sorunlarına da neden olur. Sosyal bilimler de çevreyi yönetmek ve kontrol etmek için önemlidir. Hukuk alanında çevre politikası ve ekonomi alanında çevre ekonomisi bu disiplinlere örnektir.



Şekil 3.14: Çevre sorunlarının çözümü disiplinler arası bir konudur.

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

1. Çevre kirliliğinin önlenmesinde biyoloji ve diğer bilim dallarının nasıl bir katkısı olabilir? Örnek veriniz.

.....
.....
.....
.....

2. İnsan nüfusundaki artışın güncel çevre sorunlarına yol açan en önemli faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir. Çevre sorunlarının artmasında nüfus artışının nasıl bir etkisi vardır?

.....
.....
.....
.....

3. Güncel çevre sorunları nelerdir? Günlük yaşamınızda en çok varlığını hissettiğiniz ve yaşamınızı etkilediğini düşündüğünüz çevre sorunu hangisidir?

.....
.....
.....
.....

4. Ekolojik ayak izinin küçültülmesi için hem birey olarak hem de devletler olarak alınması gereken tedbirler vardır. Bunlardan birey olarak ve devletler olarak alınması gereken tedbirlerden en önemli gördüklerinizi sıralayınız.

Birey olarak alınacak tedbirler:

.....
.....
.....
.....

Devletler olarak alınacak tedbirler:

.....
.....
.....
.....

B. Aşağıda, çeşitli kavramlar ve bu kavramlarla ilgili bağlantı ifadeleri yer almaktadır. Verilen kavram ve bağlantıları kullanarak defterinize bir kavram haritası çiziniz.

Kavramlar		Bağlantılar
radyoaktif kirlilik	su kirliliği	neden olur.
ses kirliliği	toprak kirliliği	önlemek için önemlidir.
çevre sorunları	hava kirliliği	içerir.
bireysel sorumluluk bilinci	küresel iklim değişikliği	etkiler.
nüfus artışı	insan	sonucudur.
biyolojik çeşitlilik	doğal yaşam alanları	

C. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"deki numaralandırılmış kutucuklarda çeşitli faaliyetler verilmiştir. **Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.**

1 Yapılaşma	2 Orman ürünlerinin tüketimi	3 Plastik ambalaj kullanımı
4 Fosil yakıtların tüketimi	5 Özel otomobil yerine toplu taşıma araçlarının kullanımı	6 Katı atık üretimi
7 Bitkisel besinlerin yerine hayvansal besinlerin tüketimi	8 Nitrat bakterisi	9 Bitkisel besinlerin tüketimi
10 Endüstri faaliyetleri	11 Geri dönüşüm	12 Yenilenebilir enerji kullanımı

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri ekolojik ayak izini artıran faaliyetlerdendir?

.....

2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri ekolojik ayak izini azaltmaya yönelik faaliyetlerdendir?

.....

3. BÖLÜM

ÖĞRENECEĞİNİZ KAVRAMLAR / TERİMLER

- Biyokaçakçılık
- Endemik tür
- Doğal kaynak
- Gen bankası
- Sürdürülebilirlik

3.2. DOĞAL KAYNAKLAR VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

Yaşadığınız çevreyi sizinle paylaşan kaç farklı canlı türünü sayabilirsiniz? Yeryüzünde birbirinden farklı, çeşitli canlıların bulunması biyolojik bir zenginliktir. Peki, hangi biyolojik zenginliklere sahip olduğumuzu ve bu zenginliklerimizin nasıl bir tehlike altında olduğunu biliyor musunuz?

Bu bölümde doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin önemini, Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasının nedenlerini keşfederek biyolojik çeşitliliğimizin korunmasına yönelik çözüm önerileri geliştireceksiniz.

Düşün Bul

Doğadaki kaynaklar sınırsız mıdır? Bu kaynaklar bir yandan kullanıp öte yandan bunların tükenmesini engellemek mümkün müdür? Tartışınız.

3.3.1. Doğal Kaynaklar ve Sürdürülebilirlik

Doğal kaynaklar denildiğinde ne anlıyorsunuz? Günlük yaşamda kullandığınız doğal kaynaklar nelerdir?

İnsan aklı ve tekniğinin ürünü olmadan doğada var olan bütün kaynaklar **doğal kaynak** olarak ifade edilir. Kısacası, doğal kaynak doğada bulunan ve insanların gereksinimini karşılayabilecek her şeye denir. İnsanların yaptığı pek çok faaliyetin temelinde doğal kaynaklar vardır.

İnsanlar, ilk çağlardan bugüne kadar doğal kaynaklardan çeşitli şekilde faydalanmışlardır. Görsel 3.34'te görüldüğü gibi başlıca doğal kaynaklarımız fosil yakıtlar, su, rüzgâr, güneş, toprak, bitkiler ve hayvanlardır.

Görsel 3.34: Doğal kaynaklarımız

Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar yenilenemeyen doğal kaynaklardır. Bunların yerkürede-ki kaynakları sınırlıdır ve bu kaynaklar yakın bir gelecekte yok olmaya yüz tutacaktır.

Güneş, su, rüzgâr yenilenebilir doğal kaynaklardır. İnsanlar, ilk çağlardan bugüne kadar doğal kaynaklardan çeşitli şekil-de faydalanmışlardır. Örneğin yeryüzündeki su kaynaklarından önceleri beslenme, sulama, içme suyu ve taşıma amaçlı fayda sağlamışlardır. İnsanlar zamanla Görsel 3.35'teki gibi su değir-menleri ve daha sonraları da barajlar sayesinde enerji kaynağı olarak sudan faydalanmaya başlamışlardır. Su yenilenebilir bir kaynaktır ancak suyun hatalı kullanımı, su kirliliği gibi nedenler-le temiz ve sağlıklı su kaynakları azalmaktadır. Aşırı su tüketimi kuraklığa neden olabilir.

Görsel 3.35: Su değirmeni

Toprak, bitkiler, hayvanlar ve orman yenilenebilir doğal kaynaklardır. Ancak bunlar belirli koşullar altında ve bir zaman sürecinde yenilenebilir.

Görsel 3.36'daki verildiği gibi odun, ormanlardan elde edilir ve pek çok ürün için ham maddedir. Ayrıca ormanlar erozyonu önleme, iklimi dengeleme, su varlığını koruma, hava kirliliğini azaltma, biyolojik çeşitliliği muhafaza etme gibi çok önemli iş-levlere de sahiptir. Örneğin orman doğru bir şekilde işletildiği sürece kendini yenileyebilen bir kaynaktır. Fakat orman yangın-ları, otlatma ve tarla açma, yerleşim alanlarının yasal olmayan bir şekilde orman alanları içerisine kayması gibi nedenlerle or-man varlığımız azalmaktadır. Ormanların azalması, ormanların bize sunduğu çok sayıda hizmetin azalması demektir.

Görsel 3.36: Ormanlar, odun elde edilen doğal kaynaklardır.

Bildiğiniz gibi insanoğlu besin gereksinimini bitkiler ve hay-vanlardan karşılar. Çevre kirliliği, nüfus artışı, iklim değişikliği gibi faktörler nedeniyle insanoğlunun tarım ve hayvancılıktan elde ettiği besin miktarı yeterli olmamaktadır. Görsel 3.37'de görüldüğü gibi Dünya'nın pek çok bölgesinde yiyecek miktarı nüfusun tamamı için yeterli değildir.

Görsel 3.37: Gelişmemiş ülkelerde nüfusun büyük kısmı yeterli gıdaya ulaşamaz.

Görüldüğü gibi doğal kaynaklar yenilenebilir de olsa tüketil-diği kadar kendini hızlı yenileyemez. İnsanoğlu, en büyük zen-ginliği olan doğal kaynakları kullanırken bir yandan da korumak zorundadır. Gereksinimlerimizi karşılarken bir yandan da doğal zenginliklerimizi kaybetmemek için ne yapabiliriz?

Ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinimlerin gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanmasını hedefleyen dünya görüşü **sürdürülebi-lirlik** adını alır. Doğal kaynakların korunması ve sürdürebilirliğinin yönetiminin sağlanması günümüzde insanlığın en önemli sorunlarından biri olmaya devam etmektedir. Sürdürülebilirlik; ülkelerin sahip oldu-ğu doğal zenginliği kaybetmeden gelişimine devam etmesi, bu amaçla doğal kaynakların da en akılcı bir şekilde yönetimi anlamına gelmektedir. Bu anlayış; bir yandan doğal kaynaklarımızı kaybetmeden gelecek nesillere aktarabilmemizi, diğer yandan da gelişmemizi ve kalkınmamızı amaçlar.

Sürdürülebilirlik, ülkelerin gelişmesi ve refahı için tüm toplum ve devletler tarafından benimsenme-lidir. Bununla birlikte birer tüketici olarak hepimize düşen sorumluluklar da vardır. Günlük yaşantımız-da, okulda ve evde bilinçli birer tüketici olmalı; su, elektrik, yakıt ve besin maddelerini israf etmeden kullanmalıyız. Su ve besin gibi doğal kaynakların israf edilmesi, bu kaynakların tükenme hızını da ar-tırmaktadır. Gelecek nesillere yaşanabilir sağlıklı bir dünya emanet edebilmek için doğal kaynakların israf edilmemesi gerekmektedir.

Ülkemizde doğal kaynakların israf edilmemesi adına olumlu gelişmeler yaşanmaktadır. Bunların başında geri dönüşüm uygulamaları gelmektedir. Okullarda ve resmî kurumlarda cam, kâğıt, plastik atıkların ve pillerin ayrı ayrı depolanması için özel alanlar ayrılmaktadır. Depolanan bu atıklar geri dönüşüm tesislerine gönderilerek yeniden değerlendirilmektedir. Geri dönüşüm hem doğal kaynakların tasarruflu kullanılmasına ve sürdürülebilirliğine hem de ülke ekonomisine katkıda bulunur.

Çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen bir tarımsal üretimin yapılması, doğal kaynakların korunması ve tarımda sürdürebilirliğin sağlanması amacıyla yapılan tarımsal üretim modeline **iyi tarım** denir. "İyi tarım uygulamaları" hem güvenli ve kaliteli gıda üretimini hem de doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını amaçlar. Ülkemizde gerekli yasal düzenlemelerle iyi tarım uygulamaları desteklenmeye başlanmış, Görsel 3.38'deki gibi çok sayıda proje hayata geçirilmiştir.

Görsel 3.38: İyi tarım uygulaması yapılan bir alan

Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir doğal kaynakların kullanımı her geçen gün artmaktadır. Görsel 3.39'da Kırşehir'de bulunan ve 2022 yılı itibarıyla Türkiye'nin en büyük rüzgâr enerjisi santrallerinden biri görülmektedir.

Görsel 3.39: Kırşehir Rüzgâr Enerjisi Santrali

Dünyada ve Türkiye'de önemli bir doğal kaynak tüketim alanı olan yapı sektöründe, sürdürülebilirlik temelli ve doğa dostu binaların yapılması önemli bir gelişmedir. Kısaca "yeşil bina" olarak tanımlanan bu yapılarda binanın yapım, onarım ve bakım süreçlerinde daha az doğal kaynak kullanımı amaçlanmaktadır. Bu binalarda ısıtma, soğutma, havalandırma ve elektrik ihtiyaçlarının karşılanması için sürdürülebilir enerji çözümlerinden yararlanılmaktadır. Son yıllarda gündeme gelmeye başlayan ve sayısı gittikçe artan bu yapıların Türkiye'de sürdürülebilir doğal kaynak kullanımına olumlu etkisi olacaktır.

Görsel 3.40'taki yeşil binalara örnek bir proje görülmektedir. Türkiye'de Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi kapsamında Ankara'da yapılan Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, yıllık toplam enerji ihtiyacının yüzde 80'ini güneş ve rüzgâr enerjisinden karşılamaktadır.

Görsel 3.40: Yeşil binalara örnek bir proje

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği için Türkiye genelindeki başarılı uygulamalara örnekler bulunuz. Bulduğunuz örnekleri bir poster sunusu hâlinde hazırlayarak sınıf panosunda sergileyiniz.

3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Önemi

Biyolojik çeşitlilik, bütün yeryüzündeki hayatın çeşitliliği demektir. Belirli bir alandaki biyolojik çeşitlilik; tür çeşitliliği, genetik çeşitlilik ve ekosistem çeşitliliğini içerir. Ayrıca ekolojik olay ve işlev çeşitliliği de biyolojik çeşitliliği etkileyen bir unsurdur.

Tür çeşitliliği, belirli bir coğrafi alandaki birbirinden farklı türlerin toplam sayısıdır. Bir bölgedeki türlerin sayısı (yani o bölgenin tür zenginliği) biyolojik çeşitliliği belirleyen en önemli ölçüttür, diyebiliriz. Görsel 3.41'de farklı türden organizmalara örnekler görülmektedir.

Genetik çeşitlilik, belirli bir canlı grubundaki bireylerin sahip olduğu genlerin çeşitliliğidir. Belirli bir alanda tür çeşitliliği az olsa bile bireyler, birbirinden farklı genetik özelliklere sahip olabilirler. Bu tür farklılıklar evcil hayvan ve tarımsal ürünlerin üretilmesine, canlıların değişen koşullara kolay uyum sağlamasına katkıda bulunur.

Ekosistem çeşitliliği; bir bölgede dağ, göl, bozkır gibi farklı özellikte ekosistemlerin bulunması anlamına gelir. Ekosistem çeşitliliği, habitat (canlının yaşam ortamı) ve tür çeşitliliğinin ortaya çıkmasını sağlayan bir faktördür. Görsel 3.42'de Kayseri ilindeki Sultan Sazlığı Tabiatı Koruma Alanı'nda yer alan kara ve su ekosistemleri görülmektedir.

Ekolojik olay ve işlev çeşitliliği, bir ekosistemdeki canlılar arasında gerçekleşen av-avcı, parazitlik gibi ilişkiler ile canlılar ve cansız çevre arasındaki yuva bulma, üreme ortamını kullanma vb. ilişkileri kapsar. Ekolojik olaylar canlı ve cansızları birbirine bağlar ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığında rol oynar.

Görsel 3.41: Çeşitli canlı türlerine ait organizmalar

Görsel 3.42: Sultan Sazlığı Tabiatı Koruma Alanı (Kayseri)

UNUTMAYALIM

Biyolojik çeşitliliğin önemli bir öğesi olan hayvanlar, doğal yaşamın bir parçası olduğu kadar yaşamımızda da yeri olan evcil dostlarımızdır. İster evlerimizi paylaştığımız evcil hayvanlar olsun isterse doğadaki yabani hayvanlar olsun hayvanların da hakları olduğu unutulmamalıdır. "Hayvan Hakları Evrensel Beyannamesi" yaşayan bütün canlıların doğal haklara sahip olduğunun ve insanoğlu tarafından hayvanlara saygı gösterilmesinin, bir insanın bir diğerine gösterdiği saygıdan ayrı tutulamayacağının altını çizmektedir. Hayvan hakları konusunda uluslararası düzeydeki en önemli metin olan bu beyanname, 15 Ekim 1978 tarihinde Paris'teki Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) Merkezi'nde törenle ilan edilmiştir.

Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemi nedir? Günlük yaşamımızda biyolojik çeşitliliğin nasıl bir yer tuttuğunu bir etkinlik yaparak araştırınız.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 3.6

YAŞAMIMIZDA BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

Amaç: biyoçeşitlilikten elde edilen ürün ve hizmetlerin farkına varmak ve biyoçeşitliliğin yaşam için önemini sorgulamak

Araç ve gereçler: evden getirilen besin maddesi, giyim eşyası, kalem, not defteri

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda altı grup oluşturunuz.
2. Her gruptan biri yandaki tabloda verilen bir kategoriyi seçsin. Her öğrenci, grup olarak sorumlu olduğu kategoriden bir örneği sınıfa getirsin. Etkinlik sırasında tüm malzemeleri bir masanın üzerine yerleştiriniz.
3. Her öğrenci masadan bir madde seçerek alsın (kendi getirdiği örnek dışında) ve grup masasına dönsün.
4. Grup olarak seçtiğiniz örnekleri inceleyiniz ve maddenin hangi doğal kaynak ya da kaynaklardan elde edildiğini tartışınız.
5. Aşağıdaki tabloyu defterinize çiziniz. Grup arkadaşlarınızla birlikte seçtiğiniz maddenin doğadaki kaynağının hangi canlı olduğunu belirleyerek tabloyu doldurunuz.
6. Bir grup sözcüsü seçiniz. Sırayla her grubun sözcüsü, örnek maddeyi sınıfa göstererek tanıtsın ve tablodaki bilgileri açıklasın.

Biyoçeşitliliğin Kullanım Kategorileri	
Kategoriler	**Kullanım Örnekleri**
Medikal	
Besin	
Yapı malzemesi	
Giyim	
Okul eşyası	
Sanat / el işi	
Kültür aktivite	

7. Tabloda belirlediğiniz canlılardan birinin doğada bulunmadığını varsayarak yaşamımızın nasıl değişeceğini anlatan bir kısa bir hikâye yazınız.

Biyoçeşitliliğin Kullanım Alanları		
Madde	**Kullanım Alanı**	**Elde Edilen Biyolojik Kaynak**

SONUCA VARALIM

1. Biyoçeşitliliğin yaşam için önemini tartışınız.

Biyolojik çeşitlilik, insanoğlunun sahip olduğu en büyük zenginliktir. İnsanlar, başta gıda olmak üzere gereksinimlerini karşılamak için biyolojik kaynakların çeşitliliğine muhtaçtır. Yiyecek ve içecek, kitap, giysi ve ilaçlar gibi her gün kullandığımız ve ihtiyaç duyduğumuz birçok ürün ve hizmet biyolojik kaynaklardan elde edilmiştir. Bunların elde edildiği doğal kaynakları hayatta kalmak ve konforlu yaşamak için kullanırız.

Görsel 3.43'te biyolojik çeşitliliğin günlük yaşamdaki önemini gösteren bazı kaynaklar verilmiştir.

Görsel 3.43: Biyolojik kaynaklardan elde edilen ve birçok yaşamsal gereksinimimizi karşılayan çeşitli ürünler

İnsanoğlu yabani türleri binlerce yıl boyunca ıslah ederek bugün kullandığımız kültür bitkisi ve evcil hayvan ırklarını elde etmiştir. Günümüzde yeni tarım ürünleri geliştirmek ve var olan çeşitleri iyileştirmek için yabani bitki türlerinden yararlanılmaya devam edilmektedir. Dünyada tarım yapılabilecek alanların ve su kaynaklarının giderek azalması nedeniyle bilim insanları gelecekte ciddi bir gıda sorunu ile karşı karşıya kalacağımız görüşündedir. Gıda sorununu çözmenin en etkili yolu, yeni çevresel koşullara uyabilecek çeşitlerin üretilmesidir. Çevresel baskılara dayanıklı ve verimli çeşitlerin geliştirilmesi için doğada bulunan yabani çeşitlerden yararlanılacaktır. Bu durumda ülkelerin sahip olduğu biyolojik zenginliklerin günümüzde en büyük güçlerden biri olduğunu söyleyebilir miyiz?

Biyolojik çeşitliliğin azalması, gelecekte milyonlarca insanın hastalıklara ve kuraklığa dayanıksız gıda kaynaklarına sahip olmasına neden olabilir. Dünyada keşfedilmeyi bekleyen daha binlerce bitki ve hayvan türünün olduğu bilinmektedir. Belki de bunlardan bazılarının daha keşfedilmeden nesilleri tükenmektedir. Nesli tükenen bir bitki ya da hayvan gelecekte potansiyel bir gıda kaynağı ya da tıbbi kaynak potansiyeli olabilir. Yağmur ormanlarında yaşayan bir kurbağa türünün zehrinin ya da bir bitkinin salgı maddelerinin gelecekte ölümcül bir hastalığın tedavisinde kullanılması mümkündür. Nesli tükenen her tür, biyolojik çeşitlilik açısından yeri doldurulamayacak bir kayıptır.

Biyolojik çeşitlilik doğrudan ürün elde etmemizin dışında bize pek çok hizmeti de sunar. Dengeli ekosistemler; oksijen üretimi, madde döngüsü ve iklimin düzenlenmesi gibi temel hizmetleri sağlar.

Biz insanlara doğrudan fayda sağlasın ya da sağlamasın, doğadaki her canlının önemli işlevler gördüğü unutulmamalıdır. İnsan olarak doğanın hâkimi ve kullanıcısı değil, var olan sistemin bir parçası olduğumuzu kavramamız gereklidir.

Biyolojik çeşitliliği koruyabilmek için biyolojik çeşitliliğe ve ekosistemin doğal işleyişine saygı göstermek ve bunlara müdahaleden kaçınmak hepimizin sorumluluğudur.

UNUTMAYALIM

Biyolojik çeşitliliğin korunması için Birleşmiş Milletlere üye ülkeler tarafından imzalanan Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin metninin kabul edildiği "**22 Mayıs**" günü "Uluslararası Biyolojik Çeşitlilik Günü" olarak ilan edilmiştir.

A. Türkiye'de Biyolojik Çeşitlilik ve Endemizm

Türkiye, biyolojik çeşitlilik bakımından çok zengin bir ülkedir. Ülkemiz, Avrupa kıtasında biyolojik çeşitlilik açısından 9. sırada yer alır. Türkiye'de 10.000'e yakın bitki türü, yüzlerce kuş, memeli, sürüngen, deniz balığı ve tatlı su balığı türü yaşamaktadır. Peki, ülkemizin biyolojik çeşitlilik bakımından bu denli zengin olmasının nedenleri neler olabilir? Bu sorunun cevabını yapacağınız bir etkinlikle araştıracaksınız.

ETKİNLİK 3.7

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

TÜRKİYE'DE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

Amaç: Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörleri araştırmak ve tartışmak

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda altı farklı grup oluşturunuz.
2. Her grup, aşağıdaki doğal alanlardan birini seçerek çeşitli kaynaklardan bu alanın iklimi, yüksekliği, bitki örtüsü ve sahip olduğu kendine özgü canlı türleri hakkında bilgi toplasın. Grup içinde iş bölümü ve bir çalışma planı yapınız.

   • Kaz Dağları • Tuz Gölü • Van Gölü • Gediz Deltası • Çoruh Nehri • Amanos Dağları
3. Araştırma sonuçlarınızı bir rapor hâlinde sınıf arkadaşlarınıza sununuz.
4. Araştırma ve rapor hazırlama süreçlerinde grup içindeki görevinizi yerine getirmeye özen gösteriniz.
5. Gruplar sunumlarını tamamladıktan sonra araştırılan doğal alanların içerdikleri canlı çeşitleri, iklim, bitki örtüsü ve yükseklik gibi özelliklerini karşılaştırarak tartışınız.

SONUCA VARALIM

1. Araştırdığınız doğal alanın hangi özelliklerinin canlı türü sayısının az ya da çok olmasında etkili olduğunu düşünüyorsunuz?
2. Araştırmalarınız ve diğer grupların sunumlarından yola çıkarak Türkiye'nin sahip olduğu zengin biyolojik çeşitliliğin nedenleri hakkındaki düşüncelerinizi tartışınız.

Yaptığınız etkinlikte ülkemizin sahip olduğu farklı coğrafi koşullarda yer alan doğal alanların bitki örtüsü, iklim ve yükseklikllerinin de farklı olabildiğini gördünüz. Ekosistemlerdeki bu çeşitliliğin canlı türlerinin çeşidi ve sayısını da etkilediğini fark etmiş olmalısınız. Türkiye'nin deniz, göl, akarsu, orman gibi çeşitli yaşam ortamlarına sahip olması ve bölgeler arasındaki iklim, yükselti, jeolojik yapı farklılıkları biyolojik zenginliğimizin nedenlerindendir.

Anadolu, kumlarla kaplı kıyılardan karla kaplı dağlara, derin vadi tabanlarından kıraç ve kayalık yamaçlara kadar değişen çok çeşitli ekosistemleri barındırmaktadır. Daha önce de değindiğimiz gibi tür ve genetik çeşitlilik, ekosistem çeşitliliği ile yakından ilgilidir.

Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan olarak adlandırılan üç fitocoğrafik bölgenin geçiş yolları ülkemizde yer almaktadır. Bu durum, özellikle bitki çeşitliliği bakımından ülkemizin büyük bir zenginliğe sahip olmasının nedenlerindendir.

Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunması ve geliştirilmesi yasal mevzutlarla sağlanmakta ve veri tabanları ile mevcut durum izlenmektedir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde biyolojik çeşitlilik envanter çalışmaları yapılmakta; bitki ve hayvanlara ilişkin veriler "Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veri Tabanı" ile kayıt altına alınmakta ve izlenmektedir.

Endemizm; belirli bir canlı grubunun, örneğin bir türün, sadece belirli bir bölgede bulunması durumudur. Yeryüzünün yalnızca belirli bölgelerinde yayılış gösteren canlı grupları **endemik** olarak adlandırılır. Türkiye biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir ülke olmanın yanı sıra yüksek bir endemizm oranına da sahiptir. Bir ülkenin biyolojik çeşitliliği, içerdiği nadir ve endemik türlerin çokluğu ile önem kazanır. Örneğin ülkemizdeki bitki türlerinin yaklaşık üçte biri endemiktir. Her yıl çok sayıda tür buna eklenmektedir. Biyolojik çeşitlilik ve endemik türler hem küresel hem de millî bir mirastır.

Endemik türlerden bazıları birçok bölgemizde görülmekte iken bazıları sadece küçük bir coğrafi alanda yetişebilmektedir. Özellikle dar yayılışlı endemik türlerin yaşam alanlarının tahrip olması, bu canlıların sayılarının azalmasına neden olmaktadır.

Biyolojik çeşitlilik her ülke için canlı doğal kaynak zenginliği olduğundan ekonomik kalkınma açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü ülkelerin ekonomisi kaçınılmaz olarak doğal kaynaklara dayanmaktadır. İnsanlığın geleceği, büyük ölçüde biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve değerlendirilmesine bağlıdır.

Endemik bitkilerin çoğu, ekonomik önem taşımaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler bitki çayları yapımında, ilaç ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Görsel 3.44'teki orkide bitkisinin kök yumrularından dondurma ve tatlı yapımında kullanılan salep elde edilir. Avrupa ve Orta Doğu'da en fazla orkide çeşidi Türkiye'de bulunmaktadır. Bilinçsizce toplanmaları nedeniyle son yıllarda yabani orkidelerin nesilleri tehlike altındadır.

Görsel 3.44: Orkide bitkisi

Hayvanlar için de durum pek farklı değildir. Birecik'in simgesi kelaynaklar, Fırat ve Dicle havzalarında yaşayan Fırat kaplumbağası, Akdeniz foku, Çoruh engereği, Burdur Gölü'nün simgesi dikkuyruk bunlardan sadece birkaçıdır.

Görsel 3.45'teki inci kefali, Van Gölü'nün tuzlu ve yüksek derecede sodalı sularında yaşayan endemik bir balık türüdür. Bölge halkı tarafından hem besin olarak tüketilmekte hem de satışı yapılmaktadır. Bu nedenle önemli bir gelir kaynağıdır.

Görsel 3.45: İnci kefali

Türkiye'nin güneybatı bölümünde yayılış gösteren sığla (günlük) ağacı, nesli tehlike altındaki bir türdür. Odunlaşmış gövdesi üzerindeki balsam kanallarından elde edilen uçucu yağlar, parfümeri sanayisinde kullanılmaktadır ve özellikle yerel halk için ekonomik değeri vardır.

Bunlardan başka ana vatanı Türkiye olmakla birlikte ekonomik önemi olan bazı canlılar diğer ülkelere götürülerek yetiştirilmiştir. Örneğin Görsel 3.46'daki buğday bitkisi Türkiye ve Orta Doğu ülkelerinde ilk defa kültüre alınmış, daha sonra dünyanın başka ülkelerine götürülmüştür. Arpa, pancar, nohut, armut, badem, siklamen, lale gibi bitkiler ile sülün ve alageyik gibi hayvanlar bu canlılardan bazılarıdır. Ayrıca ülkemizde, endemik olmamakla birlikte küresel ölçekte nesli tehlike altındaki pek çok bitki ve hayvan türü de bulunmaktadır.

Görsel 3.46: Buğday bitkisi

3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

Doğadan yabani canlıların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkartılması **biyokaçakçılık** olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizin sahip olduğu zengin biyolojik çeşitlilik değeri; bilimsel araştırma, koleksiyon ve en nihayetinde ticari amaçlar adına birçok yabancı için çekici hâle gelmektedir. Bu sebeple tür sayısı ve bu türlere ait bireylere ilişkin kaybımız her geçen gün artmakta, biyolojik çeşitliliğimizi bu tehdide karşı korumak giderek daha da önemli hâle gelmektedir.

Nesli tehlike altındaki türlerin korunması için birçok yasal sözleşme ve düzenlemeler bulunmaktadır. Ancak toplumun bilgisiz, sevgisiz ve duyarsız olması durumunda biyolojik çeşitliliğimizin korunması mümkün değildir.

Ülkemizin gurur duyduğumuz biyolojik zenginliklerini korumak ve gelecek nesillere aktarmak bilinçli bireyler olarak hepimizin sorumluluğudur. Siz de bilinçli bireyler olarak Türkiye'deki biyolojik çeşitliliğin ve endemik türlerin korunması ile ilgili çözüm önerileri geliştirebilir, çevrenizdeki bireylerin bilinçlendirilmesine katkıda bulunabilirsiniz. Aşağıda yer alan "Biyolojik Çeşitliliğimizi Koruyalım" isimli etkinliği yaparak biyolojik çeşitliliğin ve türlerin korunmasına ilişkin çözüm önerileri sunacaksınız.

Grup Öz Değerlendirme Formu, Sayfa 174

ETKİNLİK 3.8

BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİ KORUYALIM

Amaç: Türkiye'deki biyolojik çeşitliliğin ve türlerin korunmasına ilişkin çözüm önerileri sunmak

UYGULAYALIM

1. Sınıfınızda Türkiye'deki biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik bireysel sorumluluklarınızın neler olabileceğini tartışınız. Toplumsal iş birliğine dayalı çözüm önerilerinizi belirleyiniz. Beyin fırtınası ile ortaya konulan görüş ve önerileri not ediniz.
2. Sınıf olarak belirlediğiniz çözüm önerilerinizi içeren bir kampanya başlatınız. Kampanyanız için bir afiş ve slogan hazırlayınız.
3. Kampanyanızın düzenlenmesi ve yürütülmesi için okul yönetiminizin aracılığıyla yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, çeşitli kamu kurum ve kuruluşları ile iletişim kurarak iş birliği yapınız.
4. Hazırladığınız afişi okul panosuna ve iş birliği yaptığınız kişi veya kurumlar aracılığıyla çeşitli yerlere asınız.

SONUCA VARALIM

1. Kampanyanız süresince başarılı olduğunuz ve zorluklar yaşadığınız noktalar neler oldu?
2. Etkinliğiniz sonucunda edindiğiniz bilgi ve deneyimlerin ışığında biyolojik çeşitliliğin korunması için bireysel ve toplumsal sorumluluklarımızın neler olduğunu düşünüyorsunuz?

Yaptığınız etkinlikte Türkiye'deki biyolojik çeşitliliğin ve türlerin korunmasına ilişkin çözüm önerileri getirdiniz. Bireysel ve toplumsal sorumluluklarınızın farkına vardınız. Biyolojik çeşitliliğin ve türlerin korunmasına yönelik çözüm önerilerinden bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Nesli tehlike altındaki hayvanlar avlanmamalıdır.
- Nesli tehlike altında olan bitkiler doğadan toplanmamalıdır.
- Biyolojik çeşitlilik açısından zengin alanların yol, tarla açma, bina yapımı gibi amaçlarla tahrip edilmesi engellenmelidir.
- Orman ve sulak alan gibi biyolojik çeşitlilik açısından zengin alanlar korunmalıdır.
- Çevre kirliliği engellenmelidir.

Nesli tükenme tehlikesi altında ve ülkemiz için önemli olan canlı türlerinin doğal hayatta korunmasının yanı sıra alınabilecek başka tedbirler de olabilir mi?

Daha önce değindiğimiz gibi değişen çevre koşulları ve hızla artmakta olan Dünya nüfusunun beslenmesi sorunu, bitki genetik kaynaklarının önemini daha da artırmaktadır. Biyolojik çeşitlilik, başta gıda olmak üzere insanların temel ihtiyaçlarını karşılamasında vazgeçilmez bir yere ve öneme sahiptir. Bitkisel biyolojik çeşitlilik bakımından dünyanın en zengin ülkelerinden biri olan Türkiye, değişik olumsuz etkenler nedeniyle biyolojik çeşitlilik kaybıyla karşı karşıyadır. Peki, ülkemizde bu konuda ne gibi çalışmalar yapılmaktadır?

Biyolojik çeşitliliğin korunması için nesli tehlike altında olan canlılar doğal yaşam alanlarında veya doğal yaşam alanlarının dışında koruma altına alınabilir. Tabiatı koruma alanları ve millî parklar canlıların doğal yaşam alanlarında korunmalarına birer örnektir.

Biyolojik çeşitliliğin korunmasında doğal yaşam alanlarında korumanın yanı sıra botanik bahçelerinde ve gen bankalarında koruma da yapılmalıdır. Böylelikle tehlike altındaki türler en iyi şekilde korunmuş olacaktır. Örneğin Görsel 3.47'deki Tülüşah (Konya gaşağı), Konya'da sınırlı bir alanda yaşayan türdür. Bu tür az sayıda bireyle yaşam mücadelesi vermektedir. Koruma çalışmaları kapsamında tülüşahın tohumları doğal alanına ve botanik bahçelerine ekilerek çoğaltılmaya çalışılmaktadır.

Görsel 3.47: Tülüşah

Bir canlının tamamının ya da tohum, DNA, doku gibi kısımlarının uygun sıcaklık, nem gibi kontrollü şartlar altında saklanması ise gen bankalarında olur. Görsel 3.48'de T.C. Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı Tohum Gen Bankası görülmektedir. Özellikle tarımsal önemi olan buğday, arpa gibi türlerin ülkemize ait yerel çeşitleri ve yabani akrabaları ile endemik bitki türlerinin tohumları tohum gen bankalarında saklanır. Özellikle asma, narenciye, zeytin gibi ekonomik öneme sahip meyve ve sebze türleri ise arazi gen bankalarında yetiştirilerek koruma altına alınmaktadır. Bu merkezler, sahip olduğumuz genetik kaynakları gelecek nesillere aktarmanın yanı sıra kuraklığa, soğuğa dayanıklılık gibi özelliklerin de korunmasını sağlar.

Görsel 3.48: Türkiye Tohum Gen Bankası

Ülkemizde özellikle yabancı türlerin üretiminin yaygınlaşması ile bazı evcil hayvan ırklarının nesilleri tehlike altındadır. Koyun, keçi, sığır, manda ve at gibi nesilleri tehlike altında bulunan yerli hayvan ırklarının DNA, hücre, doku, embriyo, sperm gibi canlı parçaları hayvan gen bankalarında korunur.

GEZELİM, GÖRELİM VE ÖĞRENELİM

Öğretmeninizin rehberliğinde ilinizde bir arazi gen bankası, tohum gen bankası, hayvan gen bankası, botanik bahçesi bulunup bulunmadığını araştırınız. Varsa bu kurumlardan birine önceden izin alarak bir gezi düzenleyiniz. Yetkili personelden kurumun çalışma alanları ve faaliyetleri ile ilgili bilgi isteyiniz.

Yetkililerden izin aldıktan sonra kurumda yapılan çalışmalara ilişkin fotoğraf çekiniz. Elde ettiğiniz bilgileri bir bilgisayar sunusu hâlinde hazırlayarak sınıfınızda sununuz.

A. Aşağıdaki soruların cevaplarını altlarındaki noktalı yerlere yazınız.

1. İçinde yaşadığımız sistem, hangi yönlerden sürdürülebilir değildir? Sürdürülebilir bir toplumda yaşamınız hangi yönlerden farklı olacaktır?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Bir canlılın neslinin tükenmesi ne anlama gelmektedir? Bu durum biyolojik çeşitlilik açısından ne gibi sonuçlar doğurur?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Endemik tür ne demektir? Endemik türlerin ülkemizin biyolojik çeşitliliği açısından değerini açıklayınız. Endemik türlerin sağlık ve ekonomiye katkılarına ilişkin örnekler veriniz.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Biyokaçakçılık ne demektir? Biyokaçakçılığın önlenmesine ilişkin ne gibi çalışmalar yapılabilir?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Gen bankaları ne gibi amaçlarla kurulur? Gen bankalarının işlevleri nelerdir?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

B. Aşağıda soldaki kutucuklarda verilen kavramları, sağdaki kutucuklarda verilen açıklamalarla eşleştiriniz.

Sürdürülebilirlik 1	A	Doğadan yabani canlıların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkarılmasıdır.
Biyokaçakçılık 2	B	Doğada kendiliğinden var olan, insan aklı ve tekniğinin ürünü olmayan bütün zenginliklerdir.
Gen bankası 3	C	Bir canlının belirli bir bölgede bulunması durumuna verilen isimdir.
Biyolojik çeşitlilik 4	Ç	Ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinimlerin gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanmasını hedefleyen dünya görüşüdür.
Doğal kaynak 5	D	Bir canlının tamamının ya da tohum, DNA, doku gibi kısımlarının uygun sıcaklık, nem gibi kontrollü şartlar altında saklandığı yerdir.
Endemizm 6		

C. Aşağıda verilen "yapılandırılmış grid"deki numaralandırılmış kutucuklarda çeşitli kavram ve uygulamalar verilmiştir.

Kutucuk numaralarını kullanarak aşağıdaki soruların cevaplarını noktalı yerlere yazınız.

1 Biyokaçakçılık	2 Çevre kirliliğinin artması	3 Nadir türlerin avlanması
4 Ormanların tahribi	5 Hayvan gen bankalarının kurulması	6 Millî parkların kurulması
7 Sulak alanların kurutulması	8 Botanik bahçelerinin kurulması	9 Tohumların gen bankalarında saklanması

1. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri biyolojik çeşitliliği tehdit eden faktörlerdendir?

.....

2. Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri biyolojik çeşitliliğin korunması için yapılan uygulamalardandır?

.....

A. OKUMA METNİ

Yeşil Binalar

Etrafımıza baktığımızda her geçen gün daha da artan ve yükselen binalar görüyoruz. Bu kadar hızla gelişen yapı sektörü doğal kaynakların büyük bir bölümünü kullanırken çevreye bir hayli atık salınmasına neden oluyor. Tabii böyle bir sektöre "Dur" demek mümkün değil. Ancak bu sektörün neden olduğu çevre kirliliğini ve enerji tüketimini azaltmayı hedefleyen yeni bir çözüm var: "Yeşil" binalar. Oturacağımız evi seçerken değerlendirdiğimiz kriterler kişiden kişiye değişir. Kimimiz için evin semti veya metrekaresi daha önemliyken kimimiz bulunduğu kat ve fiyatı gibi konulara öncelik veririz. Peki, aramızda oturacağı evi seçerken "yeşil" binada olup olmadığına dikkat eden var mı?

"Yeşil" Binaları Diğerlerinden Ayıran Ne?

Yeşil binalar tasarım ve yapım aşamasında işletim, yenileme hatta yıkım sürecinde kaynakları verimli kullanan, topluma ve çevreye duyarlı olarak yapılan binalardır. Bir binanın "yeşil" olabilmesi için pek çok farklı özelliğe sahip olması gerekir. Bu özellikler, dünya çapında sertifikasyon yapan birimler tarafından değerlendirilir. Eğer bir binanın özellikleri belirli standartlara uygunsa o bina yeşil bina olarak adlandırılır. İşlevsel, verimli ve dayanıklı olan bu binalar sürdürülebilir arazi planlamasına sahip olmalıdır. Bu planlama kapsamında uygun yöntemler kullanılarak yapılan toprak analizlerine ve arazi kaynak potansiyellerine göre en uygun yerleşim alanı belirlenir. Yeşil binalar hem bulundukları çevre hem de binanın içinde yaşayacak bireyler üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirecek şekilde tasarlanır ve inşa edilir. Tasarım ve inşaat süresince meydana gelebilecek negatif etkilerin de azaltılmasını hedefleyen bu binalarda kaynaklar verimli kullanılırken atık, kirlilik ve çevresel bozulmalar da azaltılır.

Öyle ki yapılan araştırmalara göre binaların yeşil bina olarak tasarlanması ve işletilmesi durumunda, geleneksel yöntemlerle tasarlanan ve işletilen binalara göre enerji kullanımında %24-50, karbondioksit emisyonlarında %33-39, su tüketiminde %30-50, katı atık miktarında %70, bakım maliyetinde ise %10-15 oranında azalma sağlanabilir. Yeşil binalar su, enerji, çevreye zararlı olamayan malzeme kullanımı, iç ortam hava kalitesi, kullanıcı sağlığı ve konforu, ulaşım, atıkların kontrolü, akustik ve kirlilik gibi pek çok farklı alanda belli standartları karşılamalıdır.

Dr. Zeynep Bilgici

Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 558, Sayfa 66-71, Mayıs, 2014.

Okuduğunuz metne göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. İnşaat sektörünün çevreye verdiği zararlar neler olabilir?
2. Yeşil binaların çevre sorunlarına ne gibi çözümler getireceğini düşünüyorsunuz? Tartışınız.
3. Yeşil bina teknolojisinin önemini doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı açısından tartışınız.

B. PROJE ÇALIŞMASI

Proje Çalışması
Öz Değerlendirme
Sayfa 175 – 176

Proje adı : Yeşil Bina Projem

Amaç : Doğal kaynakların tasarruflu ve sürüdürülebilir kullanılmasını amaçlayan bir yeşil bina tasarımı yapmak ve sunmak

Süre : 4 hafta

Dikkat Etmeniz Gerekenler

- Bu projede sizlerden bir yeşil bina tasarlamanız ve bunu iki ya da üç boyutlu olarak modelleyerek sunmanız beklenmektedir.
- Bu proje çalışmasını ikişer kişilik gruplar hâlinde yapacaksınız. Çalışma yapacağınız arkadaşınızı belirleyerek kendi çalışma grubunuzu oluşturmalısınız.
- Çalışmanız için bir plan oluşturmalısınız. Projenizin verimli ve zamanında tamamlanması için aranızda iş bölümü yaparak her bireyin sorumluluklarını belirlemelisiniz.
- Projenizin hangi amaçlarla kullanacağını (konut, okul, iş yeri vb.) belirlemelisiniz. Her modelde su, fosil yakıt gibi doğal kaynakların nasıl verimli kullanılacağı, atık oluşumu ve enerji kullanımı gibi sorunların nasıl kontrol edileceği açıklanmalıdır.
- Çeşitli kaynaklardan yeşil bina tasarımlarını incelemelisiniz. Bu amaçla daha önceden yapılmış olan, benzer amaçlar için kullanılan ürünleri ve sistemleri araştırmalısınız. Bir defter ya da dosya tutarak araştırmalarınızın sonucundaki bilgileri ve resimleri derlemelisiniz.
- Tasarımınızın genel özelliklerini belirlemelisiniz. Tasarımı nasıl gerçekleştireceğinizi, kullanacağınız araç gereç ve malzemeleri; kullanacağınız yöntem, teknik ve iş güvenliği kurallarını araştırmalısınız.
- Probleme çözüm bulurken alternatif çözümler de oluşturmalısınız. En iyi çözüm yolunu seçerek araştırma ve geliştirme sürecine devam etmelisiniz.
- Tasarımınızı gerçekleştirmeye yönelik işlem basamaklarını ve yapım aşamalarını çizmelisiniz. Çizimler, çözümün genel özeliklerini taşımalıdır. Genel ve fonksiyonel özellikleri yazarak ifade edebilirsiniz. Tasarım önerilerinizin resmini iki veya üç boyutlu olarak çizebilirsiniz. Tasarımlarınızın çiziminde bilgisayarda çizim amaçlı yazılım programlarından yararlanabilirsiniz.
- Hazırladığınız modeli sınıfınızda sunmalısınız. Sunumunuzu 10 dakikalık bir süre içinde sunulacak şekilde hazırlamalısınız.
- Projenizi öğretmeninizin belirlediği tarihe kadar bitirmelisiniz.

C. DEĞERLENDİRME TESTİ

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Kuzey enlemlerinde yaşayan hayvanlar, güney enlemlerindeki akrabalarına göre daha büyük vücutludur.

Kuzey enlemlerinde yaşayan hayvanlar, güney enlemlerindeki akrabalarına göre daha açık renklidir.

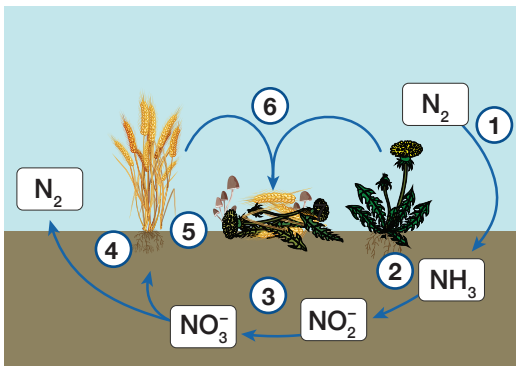
Yukarıda verilen genellemelerde hangi abiyotik faktörün canlılar üzerindeki etkisi gözlenmektedir?

A) Işık B) Sıcaklık C) Su D) Ortam pH'si E) Toprak

2. **Aşağıdakilerden hangisi insanda hava kirliliğine bağlı olarak ortaya çıkan sağlık sorunlarından biri değildir?**

A) Sıtma B) Akciğer kanseri C) Astım D) Bronşit E) Alerji

3. Yandaki şemada azot döngüsü özetlenmiştir. Bakteriler azot döngüsünde çok önemli rolü olan organizmalardır.



Şemada 4 numaralı dönüşümde görev alan bakteriler, aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Azot bağlayan bakteriler
B) Siyanobakteriler
C) Nitrifikasyon bakterileri
D) Denitrifikasyon bakterileri
E) Ayrıştırıcı bakteriler

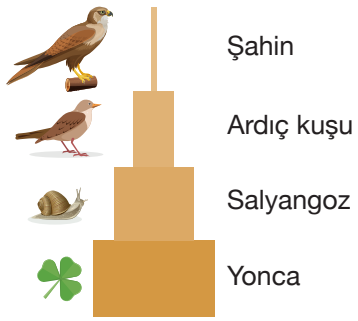
4. I. Küre Dağları'ndaki *Pinus brutia* (kızılçam) ağaçları
II. Göksu Deltası'ndaki canlılar
III. Barındırdığı canlı ve cansızlarla birlikte Van Gölü

Yukarıdaki örneklere karşılık gelen kavramlar, aşağıdakilerin hangisinde tam ve doğru olarak verilmiştir?

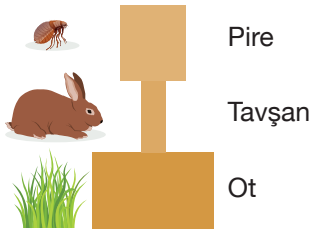
	I	II	III
A)	Tür	Komünite	Popülasyon
B)	Komünite	Popülasyon	Ekosistem
C)	Popülasyon	Komünite	Ekosistem
D)	Popülasyon	Ekosistem	Biyosfer
E)	Komünite	Biyosfer	Ekosistem

Aşağıdaki şekillerde iki farklı birey sayısı piramidi verilmiştir.

I.



II.



5 ve 6. soruları yukarıdaki şekillere göre cevaplayınız.

5. **I ve II numaralı piramitlerle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?**

A) I. piramitte biyokütlesi en fazla olan canlı şahindir.

B) II. piramitte ot ototrof, tavşan herbivor, pire parazit beslenmektedir.

C) I ve II. piramitlerde üreticiden tüketiciye doğru birey sayısı giderek artar.

D) I. piramitte ardıç kuşu birinci dereceden tüketicidir.

E) Aktarılan enerji, I. piramitte her basamakta azalırken II. piramitte artar.

6. **I numaralı piramitteki canlıların bulunduğu ortama kirletici bir madde veriliyor. Bu kirleticiye hangi canlıların dokularında sırasıyla en az ve en çok oranda rastlanır?**

A) Salyangoz - Şahin

B) Ardıç kuşu - Salyangoz

C) Yonca - Şahin

D) Yonca - Salyangoz

E) Ardıç kuşu - Şahin

7. **Aşağıdakilerden hangisi doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliğini engelleyen faktörlerden <u>değildir</u>?**

A) Habitatların tahrip edilmesi

B) Yabancı türlerin ekosistemlere sokulması

C) Aşırı avlanma

D) Üreticilerden tüketicilere doğru aktarılan enerjinin azalması

E) İnsan nüfusunun artışı

8. Bir bireyin ya da toplumun tüketim ve atıklarının doğaya etkisi ekolojik ayak izini oluşturur.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi bireysel olarak ekolojik ayak izini küçültmek için yapmanız gerekenlerden biri <u>olamaz</u>?

A) Elektrikli ev aletlerini daha az kullanmak, açık konumda bırakmamak

B) Toplu taşıma araçları yerine özel otomobil kullanmak

C) Aydınlatmada elektrik tasarruflu ampuller kullanmak

D) Geri dönüşümlü malzemeleri tercih etmek

E) Gereksiz su kullanımından kaçınmak

9. **Bir deniz ekosisteminde aşağıda verilen canlılardan hangisinin tükenmesi, ekosistemdeki diğer canlılar üzerinde en fazla etkiyi bırakır?**

A) Etçil balıklar B) Otçul balıklar C) Fitoplanktonlar
D) Balinalar E) Zooplanktonlar

10. Derin denizlerden alınan suya azot ve fosfor ilave edildiği zaman karbon tüketiminde hiçbir artış görülmemiştir. Oysa bu elementler, denizlerde biyolojik hayatın gelişmesini sınırlayan maddeler olarak bilinmektedir. Suya demir ilave edildiği zaman karbon tüketimi hemen artmıştır.

Bu durumun nedenini en iyi açıklayan ifade aşağıdakilerden hangisidir?

A) Canlıların gelişimi, ihtiyaç duydukları elementlerden ortamda miktarı en az olana bağlıdır.
B) Derin denizlerdeki fotosentetik canlılar azot ve fosfora gereksinim duymaz.
C) Demir elementi bütün canlılar için en önemli elementtir.
D) Demir elementi karbon elementinin yapısını bozarak yok olmasına yol açar.
E) Derin denizlerde üretici organizmalara rastlanmaz.

11.

Bilim insanları, 1991 yılında **Biyosfer II** adı verilen bir proje geliştirdiler. Sürdürülebilir bir sistem olması öngörülen Biyosfer II; bir nemli tropik iklim ormanı, bir minyatür okyanus, bir savan, bir bataklık ve çöl içermekteydi. Bu yapay yaşama alanına 3.000 bitki ve hayvan türü de yerleştirilmişti. Ancak bu sistem sadece iki yıl kendi kendine yeterli olabildi ve proje durduruldu.

Yukarıdaki dergi haberi ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi <u>söylenemez</u>?

A) İnsanoğlu henüz yapay ve sürdürülebilir bir ekosistem oluşturacak teknolojiye sahip değildir.
B) Biyosfer II projesinin başarısızlıkla sonuçlanması, birden fazla ekosistem tipi içermesinden kaynaklanmaktadır.
C) Biyosfer II'de üretici canlılara yer verilmiştir.
D) Sürdürülebilir bir sistemin kendi kendine yeten bir sistem olması gerekmektedir.
E) Biyosfer II projesinde doğal ekosistemlerin sunduğu hizmetler tam olarak elde edilememiştir.

12. **Aşağıdaki özelliklerden hangisi, Türkiye'nin biyolojik zenginliğinin nedenlerinden biri <u>olamaz</u>?**

A) Üç farklı fitocoğrafik bölgeye ve bunların geçiş alanlarına sahip olması
B) Dağ, göl, akarsu, ova ve vadi gibi farklı coğrafi oluşumlara sahip olması
C) İklimsel özelliklerin kısa aralıklarla değişmesi
D) Tarım ve hayvancılığın gelişmiş olması
E) Kuşların önemli göç yollarının üzerinde bulunması

13. Eber sarısı, Gölbaşı sevgi çiçeği, Manisa lalesi, Ankara çiğdemi gibi bitkiler sadece ülkemizde doğal olarak yetişir.

Bu bitkiler için aşağıdaki adlandırmalardan hangisi doğrudur?

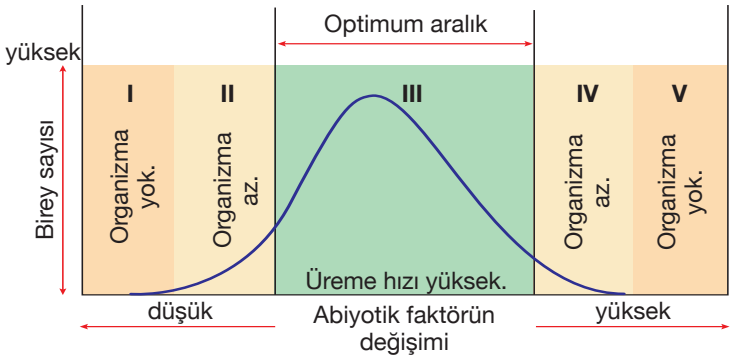
A) Hassas türler B) Endemik türler C) Kültür türleri
D) Yaygın türler E) Nadir türler

14. Biyolojik birikim, kirletici maddelerin besin zincirinde üreticiden tüketiciye doğru artan yoğunlukta bulunmasıdır.

Bu durumun bir sonucu olarak bir göl suyuna karışan zehirli bir maddenin aşağıdaki canlılardan hangisinin dokularında en yüksek oranda bulunması beklenir?

A) Fotosentez yapan algler
B) Göldeki balıkları avlayarak beslenen insanlar
C) Diğer balıklarla beslenen büyük balıklar
D) Omurgasız hayvanları yiyen balıklar
E) Alglerle beslenen omurgasız hayvanlar

15. Bir canlının herhangi bir faktör karşısında varlığını devam ettirebildiği alt ve üst sınırlar arasında kalan aralığa "ekolojik tolerans (hoşgörü)" aralığı denir. Organizmaların abiyotik bir faktördeki değişime verdiği tepki, aşağıdaki gibi bir grafik ile gösterilebilir. Grafikte bir canlı türünün belirli bir abiyotik faktör altında birey sayısındaki değişim gösterilmiştir.



Bu canlı ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Grafikteki abiyotik faktörün belirli bir aralığında yaşamını sürdürebilir.
B) I numaralı zaman aralığında canlı için koşullar uygundur.
C) Abiyotik faktörün I ve II numaralı zaman aralıklarındaki miktarına toleransı düşüktür.
D) Abiyotik faktörün III numaralı zaman aralıklarındaki miktarına toleransı yüksektir.
E) I ve V numaralı zaman aralıklarında ortamda canlı bulunmaz.

Ç. BİLİMSEL SÜREÇ

İki farklı coğrafi alanda araştırma yapan bir ekolog, bu alanlardaki canlı türlerinin sayısının aynı olduğunu belirlemiştir. Çalışılan iki alanın biyolojik çeşitlilik bakımından aynı değere sahip olduğu söylenebilir mi? Alanlar arasında başka hangi özelliklerin karşılaştırılması gereklidir?

D. BİLİM, TEKNOLOJİ VE TOPLUM

Yerkürede bugün mevcut olan su miktarı, binlerce yıl önce Buzul Çağı'ndaki su miktarı ile hemen hemen aynıdır. Bununla birlikte Dünya'nın bazı yerlerinde giderek daha fazla su kıtlığı çekilmektedir. Bu durumun neden kaynaklandığını düşünüyorsunuz? Su kaynaklarını kullanırken yapılan hangi eylemlerin bu duruma yol açtığını açıklayınız. İnsanların temiz su kaynaklarına ulaşmasının önemini tartışınız.

ULUSLARARASI BİRİM SİSTEMİ (SI)

Tüm dünyadaki bilim insanları Uluslararası Birim Sistemi'ni (SI Birim Sistemini) kullanırlar. Laboratuvarda yaptığınız ölçme çalışmalarında SI birimlerini sıkça kullanacaksınız.

SI ondalık sistemidir. Bir başka deyişle SI birimleri arasındaki ilişki 10'un katları şeklindedir. Örneğin SI'da uzunluk için temel birim metredir. Bir metre 100 cm'ye ya da 1000 milimetreye eşittir. Bir metre aynı zamanda 0,001 kilometredir. Tablo 1'de yaygın olarak kullanılan SI birimlerinin ön ekleri, sembolleri ve katsayıları verilmiştir.

Tablo 1. SI Ön Ekler, Sembolleri ve Katsayıları

Ön Ek	Sembol	Temel Birimin Katsayısı
giga	G	1.000.000.000
mega	M	1.000.000
kilo	k	1.000
hekto	h	100
deka	da	10
desi	d	0,1
santi	c	0,01
mili	m	0,001
mikro	μ	0,000001
nano	n	0,000000001

SI Birimleri Temel Birimler

7 temel büyüklük, SI'da temel birimler ile temsil edilir. Bu birimlerle kısaltmaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. SI Temel Birimler

Temel Büyüklük	Birim	Sembol
Uzunluk	metre	m
Kütle	kilogram	kg
Zaman	saniye	s
Elektrik akımı	amper	A
Termodinamik sıcaklık	kelvin	K
Madde miktarı	mol	mol
Işık şiddeti	kandela	cd

Türetilmiş Birimler

Yüzey alanı, hacim, hız gibi büyüklükler türetilmiş birimler ile ifade edilir. Tablo 3'te biyolojide karşılaşabileceğiniz türetilmiş birimler verilmiştir. Temel birimler gibi türetilmiş birimler de ön eklerle birlikte kullanılabilir.

Tablo 3. Türetilmiş SI Birimi Ön Ekleri

Türetilmiş büyüklük	Birim	Sembol
Alan	metre kare	m^2
Hacim	metre küp	m^3
Yoğunluk	kilogram/metre küp	kg/m^3
Hız	metre/saniye	m/s
Celsius sıcaklığı	derece celsius	°C

Laboratuvarda genellikle hacmi santimetre küp (cm^3) cinsinden ifade edeceksiniz. Dereceli silindirler, mililitre ya da santimetre küp ile derecelendirilmiştir. Bir metre kare 10.000 cm^2'ye eşittir. Büyük alanların ölçümü genellikle hektar (ha) cinsinden ifade edilir. Bir hektar 10.000 m^2'ye eşittir.

Eş Değer Ölçümler ve Birimlerin Dönüşümleri

SI birimleri arasındaki dönüşümler, katsayıların dönüşümünü gerektirir. Örneğin metreyi santimetreye dönüştürmek için metre ve santimetre arasındaki ilişkiyi bilmeniz gerekir.

1 cm = 0,01 ya da 1m = 100 cm'dir.

15,5 santimetrelik ölçümü metreye dönüştürmeniz gerekirse aşağıdaki iki yoldan birini uygulayabilirsiniz.

$$15{,}5 \times \frac{1\ m}{100\ cm} = 0{,}155\ m \text{ ya da } 15{,}5 \times \frac{0{,}01\ m}{1\ cm} = 0{,}155$$

Aşağıda uzunluk, alan, kütle ve hacim için bazı eş değer ölçümler verilmiştir:

UZUNLUK	**ALAN**
1 km = 1000 m	1 km^2 = 100 ha
1m = temel uzunluk ölçüsü birimi	1 ha = 10.000 m^2
1 cm = 0,01 m	1 m^2 = 10.000 cm^2
1 mm = 0,001 m	1 cm^2 = 100 mm^2
1 mikrometre (µm) = 0,000001 m	

KÜTLE	**SIVI HACMİ**
1 kg = temel kütle ölçü birimi	1 kilolitre (kL) = 1000 L
1 kg = 1000 gram (g)	1 litre (L) = temel sıvı hacim birimi
1 g = 0,001 kg	1 mililitre (mL) = 0,001 L
1 miligram (mg) = 0,001 g	1 mililitre (mL) = 1 cm^3
1 mikrogram (µg) = 0,000001 g	

NOT: Bilindiği gibi sıvılar bulundukları kabın hacmini alır. Hacimleri ise doldurdukları kabın kısmına eşittir. Sıvıların hacmini ölçmek için derecelendirilmiş ya da belirli iç hacme sahip kaplar kullanılmaktadır.

Silindirik cam kaplarda renksiz sıvıların yüzeyleri içbükey görünmektedir. Bu oluşuma **minisküs** denir. Sıvının tepe noktası, içbükeyin alt noktasıdır. Dereceli silindir, şırınga ya da pipetlerde sıvı hacmi okunurken minisküs yerinin tam belirlenebilmesi için göz sıvı yüksekliği ile aynı seviyede olmalıdır. İçbükeyin alt noktası okunarak hacim miktarı belirlenir.

FORMLAR

ETKİNLİK ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Projenin Adı :

Öğrencinin Adı ve Soyadı :

Sınıf ve Numara :

Beceriler	Dereceler		
	Her zaman	**Bazen**	**Hiçbir zaman**
1. Öğretmenimin önerilerini dinledim.			
2. Yönergeyi izledim.			
3. Çalışmalarımda arkadaşlarımın önerilerini aldım.			
4. Gerekli olduğunda arkadaşlarıma öneride bulundum.			
5. Görevlerimi tamamladım.			
6. Anlamadığım yerlerde sorular sordum.			
7. Grup arkadaşlarıma çalışmalarında destek oldum.			
8. Çalışmalarım sırasında zamanımı akıllıca kullandım.			
9. Çalışmalarım sırasında değişik materyaller kullandım.			

10. Bu etkinlikten neler öğrendim? .....
.....
..... .

11. Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler: .....
.....
..... .

12. Bu etkinlik sonunda,

a. Geliştirmem gerekenler: .....
.....
..... .

b. Bu geliştirmeyi gerçekleştirebilmem için planım: .....
.....
..... .

Yorumlar: .....
.....
.....
..... .

GRUP ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Aşağıdaki tabloda grubunuzu en iyi ifade eden seçeneği işaretleyiniz.

Grubun Adı / No. : .....

Gruptaki Öğrencilerin Adları ve Soyadları

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

Değerlendirilecek Tutum ve Davranışlar	Dereceler		
	Her zaman (1)	Bazen (2)	Hiçbir zaman (3)
1. Araştırma planı yaptık.			
2. Görev dağılımı yaptık.			
3. Araştırmada çeşitli kaynaklardan yararlandık.			
4. Etkinlikleri birlikte hazırladık.			
5. Görüşlerimizi rahatlıkla söyledik.			
6. Grupta uyum içinde çalıştık.			
7. Birbirimizin görüşlerini ve önerilerini dinledik.			
8. Grupta birbirimize güvenerek çalıştık.			
9. Grupta birbirimizi takdir ettik.			
10. Çalışmalarımız sırasında birbirimizi cesaretlendirdik.			
11. Sorumluluklarımızı tam anlamıyla yerine getirdik.			
12. Çalışmalarımızı etkin bir biçimde sunduk.			
Toplam			

PROJE ÇALIŞMASI ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Proje ödevinizi ya da performans görevlerinizi aşağıdaki formu doldurarak değerlendiriniz. Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneğe "X" işareti koyunuz.

Adı ve Soyadı : .....

Proje Konusu : .....

Değerlendirmeye Esas Olan Uygulamalar	Puan		
	Her zaman (1)	Bazen (2)	Hiçbir zaman (3)
1. Araştırma planı yaptım.			
2. Görevlerimi sıraladım.			
3. Araştırmada çeşitli kaynaklardan yararlandım.			
4. Etkinlikleri hazırladım.			
5. Kişilerle görüşürken zorluklar yaşadım.			
6. Araştırma yaparken zorluklar yaşadım.			
7. İlgili herkesin fikrini aldım.			
8. Çalışmalarım esnasında insanlarla görüştüm.			
9. Çalışmalarım esnasında kütüphanelerden yararlandım.			
10. Çalışmalarım esnasında aile büyüklerimden ve öğretmenimden yararlandım.			
11. Görevimi tam ve doğru olarak yaptım.			
12. Çalışmalarımı etkin şekilde sundum.			
Toplam			

Aşağıdaki soruları grubunuza göre cevaplayınız.

1. Çalışmalar sırasında karşılaştığım en büyük problem: .....

.....

.....

.....

.....

2. Problemin sebebi: .....

.....

.....

.....

.....

3. Hiç zorlanmadan gerçekleştirdiğim etkinlik: .....

.....

.....

.....

.....

(Aşağıdaki soruyu, çalışmayı bireysel olarak gerçekleştirenler cevaplandıracaktır.)

4. Bu çalışmada başarılıydım fakat grup olarak çalışsaydım daha başarılı olurdum. Çünkü .....

.....

.....

.....

.....

.....

(Aşağıdaki soruyu, çalışmayı grup olarak gerçekleştirenler cevaplayacaklardır.)

5. Bu çalışmada başarılıydım fakat birey olarak çalışsaydım daha başarılı olurdum. Çünkü .....

.....

.....

.....

.....

.....

HİKÂYE TAHTASI

Kitabınızın 121. sayfasındaki etkinlikte çekeceğiniz kısa film senaryosu için aşağıdaki hikâye tahtasını kullanabilirsiniz. Bu amaçla numaralandırılmış kutucuklara çekim planlarınızı çiziniz. Kutucukların altına sahnelerin açıklamalarını yazınız.

Konu	
Yazar/Yazarlar	
Yönetmen	
Filmin Adı	
Önemli Notlar	

1 .....
.....
.....
.....

2 .....
.....
.....
.....

3 .....
.....
.....
.....

4 .....
.....
.....
.....

5 .....
.....
.....
.....

6 .....
.....
.....
.....

7 .....
.....
.....
.....

8 .....
.....
.....
.....

9 .....
.....
.....
.....

EKOLOJİK AYAK İZİ FARKINDALIK ANKETİ

Aşağıdaki sorularda size en uygun gelen seçeneği işaretleyiniz. Tüm sorular cevaplandırılmalıdır.

1. **Bitkisel besinleri** (tahıl, meyve, sebze) **hangi sıklıkta tüketiyorsunuz?**
   A) Nadiren (her gün az miktarda)
   B) Bazen (her öğünde bir miktar)
   C) Sık sık (her öğünün yarısında)
   D) Çok sık (vejetaryen)

2. **Hangi sıklıkta tavuk eti tüketiyorsunuz?**
   A) Nadiren (haftada bir kez)
   B) Bazen (neredeyse her gün)
   C) Sık sık (günde bir veya iki kez)
   D) Çok sık (her öğünde)

3. **Hangi sıklıkta kırmızı et tüketiyorsunuz?**
   A) Nadiren (haftada bir kez)
   B) Bazen (neredeyse her gün)
   C) Sık sık (günde bir veya iki kez)
   D) Çok sık (her öğünde)

4. **Hangi sıklıkta balık eti tüketiyorsunuz?**
   A) Nadiren (haftada bir kez)
   B) Bazen (neredeyse her gün)
   C) Sık sık (günde bir veya iki kez)
   D) Çok sık (her öğünde)

5. **Hangi sıklıkta süt, süt ürünleri ve yumurta tüketiyorsunuz?**
   A) Nadiren (haftada 2-3 defa)
   B) Bazen (günde bir defa)
   C) Sık sık (günde 2 defa)
   D) Çok sık (günde birkaç kez)

6. **Evinizin dekorasyonu ve bakımı için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?**
   A) 40 TL'den az
   B) 40-80 TL
   C) 80-120
   D) 120-160 TL

7. **Giyim için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?**
   A) 40 TL'den az
   B) 40-80 TL
   C) 80-120
   D) 120-160 TL

8. **Sanatsal ve kültürel faaliyetler için aylık ne kadar para harcıyorsunuz?**
   A) 15 TL'den az
   B) 15-30 TL
   C) 31-45 TL
   D) 45 TL'den daha fazla

9. Evinizde kaç kişi yaşıyor?

A) 1-3
B) 3-6
C) 6-9
D) 9 ve üstü

10. Isınmak için ne tür bir yakıt kullanıyorsunuz?

A) Doğal gaz
B) Odun
C) Kömür
D) Mazot /akaryakıt

11. Kullandığınız enerjinin ne kadarı yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşuyor?

A) %75'den fazlası
B) %50-%25 arası
C) %25-%10 arası
D) %10'dan azı

12. Yaşadığınız konutun büyüklüğü ne kadardır?

A) 50 m^2'den az
B) 51-80 m^2
C) 1-100 m^2
D) 100 m^2'den büyük

13. Ne çeşit bir araç kullanıyorsunuz?
(Varsa ailenizin aracı)

A) Bir araç kullanmıyorum.
B) Motosiklet kullanıyorum.
C) 2 kapılı bir araç kullanıyorum.
D) 4 kapılı bir araç kullanıyorum.

14. Araçla haftada kaç km gidiyorsunuz?
(Ailenizle birlikte bireysel haftalık yolculuk mesafesini hesaplayınız.)

A) Araç kullanmıyorum
B) 1-25 km
C) 26-50 km
D) 51-75 km
E) 100 km'den fazla

15. Tren ile bir yılda kaç km yol gidiyorsunuz?
(Ailenizle birlikte bireysel yıllık yolculuk mesafesini hesaplayınız.)

A) 0-75 km
B) 76-150 km
C) 151-250 km
D) 250 km'den fazla

16. Uçakla bir yılda kaç saat yol gidiyorsunuz?

A) İki saatten az
B) 2-4 saat
C) 4-6 saat
D) 6 saat'ten fazla

Puanlama: Her sorunun cevabı A:1 puan B: 2 puan C: 3 puan D: 4 puan E: 5 puan olmak üzere hesaplanacaktır. Elde edilen sayı 16'ya bölünecektir. Bulduğunuz sayı mevcut alışkanlıklarınızla kaç tane dünyaya ihtiyacınız olduğunu gösterir. Örneğin bütün cevapları C işaretleyen bir kişinin bu yaşam koşullarını devam ettirebilmesi için 3 tane gezegene ihtiyaç duyacaktır.

https://alanyakestelortaokulu.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/07/03/704486/dosyalar/2021_01/12192639_EKOLOJYK_AYAK_YZY_HESAPLAMA_ANKET_SORULARI.pdf adresinden yararlanarak düzenlenmiştir.

1. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

Bölüm Ölçme ve Değerlendirme

1.1 Mitoz ve Eşeysiz Üreme

A (36. sayfa)

1. Tek hücreli canlıların çoğu mitoz ile çoğalır. Mitoz ayrıca çok hücreli canlılarda büyümeyi, gelişmeyi ve dokuların onarımını sağlar. Örneğin döllenmiş yumurtanın gelişmiş bir organizmayı oluşturması mitoz ile gerçekleşir. Bir diğer bölünme tipi olan mayoz ise eşeyli üreyen canlılarda üreme hücrelerinin oluşmasını sağlar (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

2. Kanser, kontrolsüz hücre bölünmesinin neden olduğu bir hastalıktır. İğ ipliklerinin oluşumunu ya da DNA sentezini engelleyen ilaçlar hücre döngüsünde mitotik evrenin başlamasını ya da devam etmesini engeller. Bu nedenle kötü huylu tümör hücrelerinin büyümesi ve yayılması engellenmiş olur (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

3.

Bakteri	→	Bölünerek üreme	Çilek	→	Vejetatif üreme (stolonla)
Hidra	→	Tomurcuklanma ile üreme	Yer elması	→	Vejetatif üreme (yumru ile)
Amip	→	Bölünerek üreme	Denizyıldızı	→	Rejenerasyonla üreme
Eğrelti otu	→	Sporla üreme	Lale	→	Vejetatif üreme (soğanla)

4. Metafaz evresinde 64 kromatit bulunan hücrede 2n = 32 kromozom bulunur.

Mitozda kromozom sayısı değişmediği için yavru hücrelerde de 2n = 32 kromozom bulunur.

5. Hayvan hücrelerinde sitoplazma bölünmesi boğumlanma ile gerçekleşir. Bitki hücrelerinde hücre çeperi bulunduğundan sitoplazma bölünmesi boğumlanarak gerçekleşmez. Hücrenin ortasında, orta lamel oluşur. Orta lamel, sitoplazmayı ve sitoplazma içeriğini iki eşit parçaya böler.

Hayvan hücrelerinde mikrotübüller, sentrozom adı verilen bir çift sentriyol şeklinde organize olmuşladır. Sentrozom iğ ipliklerini oluşturur. Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığından iğ iplikleri mikrotübül yapıdaki proteinlerden (mikrotübül organize edici bölge) oluşur.

6. Vejetatif çoğalma tohumlu üretime göre daha kısa sürede ve istenilen özellikte bitkiler oluşmasını sağlar. Bitki türüne göre çelikle, soğanla, yumruyla üretme gibi vejetatif üreme yöntemleri önerilebilir. Sorunun ikinci kısmı için öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

B (37. sayfa)

1. 3, 7, 9, 11, 12 **2.** 1, 2, 6 **3.** 5 **4.** 4 **5.** 8, 10

C (37. sayfa)

1. Metafaz **2.** Anafaz **3.** Telofaz **4.** Profaz

1.2 Mayoz ve Eşeyli Üreme

A (50. sayfa)

1. Bir dişi üreme ana hücresi iki mitoz geçirdiğinde $2^2 = 4$ hücre oluşur. Oluşan 4 hücrenin her biri bir mayoz geçirdiğinde 4 X 4 = 16 üreme hücresi meydana gelir.

2. 2n = 32 kromozom bulunan hücrede 2 kromozom = 1 tetrat olduğundan 16 tetrat meydana gelir. Bölünme sonucu oluşan gametlerde n = 16 kromozom bulunur.

3. Mayozda homolog kromozomları ayrılması ve krossing over; mutasyonlar; döllenme ile gametlerin rastgele birleşmesi ve mutasyon canlılarda kalıtsal çeşitliliği sağlayan olaylardır.

4. Eşeyli üreyen canlılarda üreme hücrelerinin mayozla oluşması kromozom sayısının yarıya inmesine neden olur. Bu durum döllenme ile kromozom sayısının sabit kalmasını ve nesilden nesile türün kromozom sayısını korunmasını sağlar. Ayrıca mayoz kalıtsal çeşitliliğin artmasına katkıda bulunarak tür içi kalıtsal çeşitliliği artırır.

5. Eşeyli üreme kalıtsal çeşitliliği artırır. Kalıtsal çeşitlilik türün adaptasyon yeteneğini artırarak türün neslinin devamlılığına katkıda bulunur.

6. Bahçecilik ve tarımda eşeysiz üreme çeşidi olan vejetatif üreme yollarından bazıları kullanılır. Örneğin çelikle, soğanla, yumruyla üreme, aşılama gibi yöntemlerle istenilen özellikteki bitkilerin daha kolay ve hızlı üretilmesi sağlanır.

B (51. sayfa)

1. 2, 4 **2.** 7, 8 **3.** 5 **4.** 1, 6, 9

C (51. sayfa)

1. Telofaz II **2.** Telofaz I **3.** Anafaz II **4.** Metafaz I
5. Profaz I **6.** Anafaz I
Evrelerin meydana geliş sırası: 5-4-6-2-3-1

Ünite Ölçme ve Değerlendirme

A (52, 53. sayfalar)

Öğrencilerden gelen cevaplar değerlendirilir.

B (53. sayfa)

Proje çalışması öz değerlendirme formu kullanılarak projeler değerlendirilir.

C (54, 55, 56, 57. sayfalar)

1. D **2.** D **3.** A **4.** C **5.** D **6.** E **7.** A
8. C **9.** E **10.** C **11.** E **12.** A **13.** D **14.** B

2. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

Bölüm Ölçme ve Değerlendirme

2.1 Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik

A (100, 101, 102. sayfalar)

1.
- Anne ve babadan yavruların oluşumu ve özelliklerin nesilden nesile aktarımı kan yoluyla değil, üreme hücreleri aracılığıyla olur.
- Vücut hücrelerinde meydana gelen değişiklikler sadece o canlının fenotipini etkiler. Değişikliklerin kalıtsal olması için üreme hücrelerinde gerçekleşmesi gerekir.

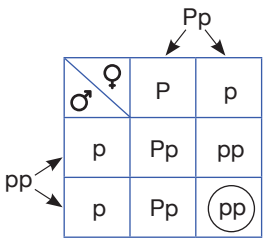
2. Polidaktili genini "P" ile gösterelim.

Polidaktili birey "PP" ya da "Pp"

Normal parmaklı birey "pp"

Soruda verilen çarpazlama (Pp X pp) yandaki gibidir.

pp (polidaktil) oranı 1/2 olur.



3. a. Mor çiçek rengi baskın, mavi çiçek rengi çekinik alelle kalıtılıyor olmalıdır.

Mor çiçek : Mm ya da MM Mavi çiçek: mm

b. Etkisi her durumda fenotipte gözlenen mor çiçek rengi dominant olmalıdır.

4. (AA)(Bb)(Cc) X (Aa)(Bb)(Cc)

Genler bağımsız olduğundan her karakterin olasılığı ayrı ayrı bulunarak çarpılır.

a. Aa → 1/2 bb → 1/4 CC → 1/4 AabbCc olasılığı : $\frac{1}{2} X \frac{1}{4} X \frac{1}{4} = \frac{1}{32}$

b. AA → 1/2 BB → 1/4 CC → 1/4 AABBCC olasılığı : $\frac{1}{2} X \frac{1}{4} X \frac{1}{4} = \frac{1}{32}$

5. B kan grubu bireyin genotipi BB ya da B0 olmalıdır. A kan grubu çocukları olduğuna göre erkek BB genotipinde olamaz. AB, A ve B kan gruplarından çocukları olduğuna göre annenin genotipi de A0 olmalıdır.

6. 2. kuşaktaki özelliği gösteren dişinin ebeveynlerinde özellik gözlenmediği için otozomal dominant olamaz. Benzer şekilde bu dişinin babasında özellik gözlenmediği için X'e bağlı resesif ya da dominat olamaz. Yalnız II. öncül doğrudur.

7. Genler arasındaki uzaklık ile rekombinasyon oranı doğru orantılıdır. Genlerin dizilimi aşağıdaki gibi olmalıdır.

M — 15 — K — 20 — L

35

8. Bazı etnik gruplarda evliliklerin sadece bu grup içinde olması, akraba evliliklerine benzer şekilde, kalıtsal hastalıkların bu popülasyonlarda daha sık görülmesine yol açabilir.

9. Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

B (103. sayfa)
1. D **2.** Ç **3.** C **4.** B **5.** A
C (106, 107, 108, 109, 110, 111. sayfalar)
1. 1, 2 **2.** 4, 6 **3.** 1, 2 **4.** 3 **5.** 5 **6.** 6

Ünite Ölçme ve Değerlendirme

A (104, 105. sayfalar)
Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.
B (105. sayfa)
Proje çalışması öz değerlendirme formu kullanılarak projeler değerlendirilir.
C (106, 107, 108, 109, 110, 111. sayfalar)
1. C **2.** E **3.** A **4.** B **5.** B **6.** D **7.** E **8.** A **9.** D **10.** C **11.** D **12.** E **13.** C **14.** A **15.** B **16.** E **17.** A **18.** A **19.** D **20.** C **21.** B

3. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

Bölüm Ölçme ve Değerlendirme

3.1 Ekosistem Ekolojisi

A (134. sayfa)

1. Bir göl ekosisteminde abiyotik faktörlere örnekler: Güneş ışığı, su, mineraller, sıcaklık, suyun pH'si, iklim

Bir göl ekosisteminde biyotik faktörlere örnekler: Üreticiler (sucul bitkiler vb.), tüketiciler (balık, kurbağa, sucul omurgasız türleri vb.), ayrıştırıcılar (sudaki saprotrof mikroorganizmalar vb.)

Bir orman ekosisteminde abiyotik faktörlere örnekler: Güneş ışığı, su, toprak, mineraller, sıcaklık, pH, iklim

Bir orman ekosisteminde biyotik faktörlere örnekler: Üreticiler (ağaç, otsu bitki türleri vb.), tüketiciler (tavşan, tilki, sincap, kuş, solucan, böcek türleri vb.), kurbağa, sucul omurgasız türleri vb.), ayrıştırıcılar (topraktaki saprotrof mikroorganizmalar, mantarlar vb.)

Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

2. Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

Kavram/Terim	Örnek	Kavram/Terim	Örnek
Komünite	Bir ormandaki bitki, hayvan ve mikroorganizmalar (canlılar)	Habitat	Bir ormandaki ağaç kovukları
Popülasyon	Bir ormandaki ağaç kurbağaları	Biyotik faktör	Üretici canlılar
Ekosistem	Marmaris Sığla Ormanları	Abiyotik faktör	Su

3. Üreticiler, besin maddelerinin üretilmesi ve atmosferdeki oksijen ile karbondioksit dengesinin korunması bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca bitkiler, toprağın üst kısmını tutarak erozyonu önlemede de etkilidir (Öğrencilerden gelen farklı örnekler değerlendirilir.).

4. Ayrıştırıcı canlılar, organik maddeleri inorganik hâle getirerek yeniden üreticilerin kullanımına sunar ve böylece ekosistemde madde döngüsüne katkıda bulunur.

5. Göldeki azotlu ve fosforlu maddelerin aşırı artması, alg miktarının fazla artış göstermesine (ötrofikasyon) neden olur. Ötrofikasyon sonucunda bu canlılar hızla çoğalır ve suyun yüzeyini kaplar. Bu canlılar öldüğünde bakteriler bunları ayrıştırmak için çok fazla oksijen harcar. Bu da dip kısımlarda oksijen oranının azalmasına ve buna bağlı olarak suda yaşayan hayvanların azalmasına neden olur.

B (135. sayfa)

Öğrencilerden gelen cevaplar farklı değerlendirilir.

C (135. sayfa)

1. 2, 3, 4, 8, 9 **2.** 2, 4, 8 **3.** 3, 9 **4.** 1, 6, 7 **5.** 5 **6.** 5

3.2 Güncel Çevre Sorunları ve İnsan

A (151. sayfa)

1. Biyoloji, kimya ve fizik gibi bilimlerinde yapılacak araştırmalarla çevre kirliliğinin düzeyi, kirliliği artıran faktörler ve çözüm yolları araştırılır (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar ve örnekler değerlendirilir.).

2. İnsan nüfusunun artışı, kaynakların hızla tüketilmesine, şehirleşme ve tarım alanlarının artması gibi nedenlerle canlıların yaşam alanlarının bozulmasına yol açar. Ayrıca çevreye verilen kirletici maddelerin miktarı artar. Orman alanlarının azalması, deniz ve okyanusların kirlenmesi, sera etkisi, asit yağmurları, nüfus artışından doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenir (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

3. Toprak, su, hava ve ses kirliliği, radyoaktif kirlilik, sera etkisi, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi, orman yangınları, küresel iklim değişikliği, güncel çevre sorunlarındandır (Sorunun ikinci bölümü ile ilgili öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

4. • Ekolojik ayak izini küçültmek üzere kaynakları tasarruflu kullanmak, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek, çevreyi kirletmemek, ağaç dikmek (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

• Orman ve diğer doğal yeşil alanların korunması için yasal düzenlemeler ve denetlemelerin yapılması fosil yakıtların kullanımının azaltılmasına yönelik tedbirler ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımın teşvik edilmesi (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

B (152. sayfa)

Öğrencilerden gelen cevaplar farklı değerlendirilir.

C (152. sayfa)

1. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10 **2.** 5, 8, 9, 11,12

3.3 Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

A (163. sayfa)

1. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı sürdürülebilirliğe engeldir. Birçok ürün ve hizmeti elde ettiğimiz biyolojik çeşitliliğin azalması, ekosistemdeki dengelerin tahribi ve doğal yaşam alanlarının yok olması da sürdürülebilirliğin önünde engeldir. Sorunun ikinci bölümü için öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

2. Bir canlının neslinin tükenmesi, o canlı türüne ait popülasyonları doğal veya yapay koşullarda üreyerek neslini devam ettirememesidir. Biyolojik çeşitlilik, türlerin çeşitliliğini içerdiğinden canlıların neslinin tükenmesi biyolojik çeşitliliği azaltır.

3. Yeryüzünün yalnızca belirli bir bölgesinde yayılış gösteren türlere "endemik tür" denir. Ülkemizde endemik tür sayısı fazladır. Bu durum biyolojik çeşitliliğin değerini arttırır. Örnekler kısmında öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

4. Doğadan yabani canlıların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkartılması biyokaçakçılık olarak adlandırılmaktadır. Biyokaçakçılığın önlenmesi için yasal düzenlemeler, toplumun nadir ve endemik canlılar konusunda bilinçlendirilmesi, biyokaçakçılık faaliyetlerinin fark edildiğinde ihbar edilmesi gibi çalışmalar yapılabilir (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

5. Endemik, nesli tehlike altında olan veya ekonomik önemi olan canlı türlerinin doğal yaşam alanları dışında korunması için bir canlının tamamının ya da tohum, DNA, doku gibi kısımlarının uygun sıcaklık, nem gibi kontrollü şartlar altında saklanması gen bankalarında olur. Bu merkezler, genetik kaynakları gelecek nesillere aktarmanın yanı sıra kuraklığa, soğuğa dayanıklılık gibi özelliklerin de korunmasını sağlar. (Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.).

B (164. sayfa)

1. Ç **2.** A **3.** D **4.** C **5.** B

C (164. sayfa)

1. 1, 2, 3, 4, 7 **2.** 5, 6, 8, 9

Ünite Ölçme ve Değerlendirme

A (165. sayfa)

Öğrencilerden gelen farklı cevaplar değerlendirilir.

B (166. sayfa)

Proje çalışması öz değerlendirme formu kullanılarak projeler değerlendirilir.

C (167, 168, 169, 170. sayfalar)

1. B **2.** A **3.** D **4.** C **5.** B **6.** C **7.** D **8.** B **9.** C **10.** A

11. B **12.** D **13.** B **14.** B **15.** B

SÖZLÜK

A

albino : Renklenmeyi sağlayan melanin pigmenti yokluğu ya da azlığından kaynaklanan kalıtsal bir hastalık.

alel : Belirli bir özelliği belirleyen bir genin değişik (alternatif) hâllerinden her biri.

alg : Yapıları kök, gövde ve yaprak olarak farklılaşmamış, genellikle sucul yaşayan fotosentetik canlı.

amfizem : Doku ve organlarda sıra dışı hava toplanması.

amino asit : Bir amino ($-NH_2$) grubu ile bir karboksil (-COOH) grubu taşıyan, proteinlerin yapı taşı olan organik bileşik.

anatomi : Biyolojinin canlıların iç yapıları ile uğraşan dalı, yapı bilimi.

anemi : Alyuvar sayısının normalden az olması, kansızlık.

anız : Ekin biçildikten sonra tarlada kalan köklü sap.

antijen : Organizmada kendisine karşı bağışıklık cevabı oluşturan ve bu cevap sonucu ortaya çıkan antikorlarla özgül olarak birleşme özelliği gösteren bakteri, zehir, yabancı protein vb. maddeler.

antikor : Vücuda giren yabancı maddelere karşı vücudun meydana getirdiği protein yapısındaki savunma maddesi.

asetoorsein : Kromozomlardan ezme preparat yapılmasında kullanılan, asetik asit içinde orsein çözeltisinden oluşan bir boya.

atık : Bir fiziksel ya da kimyasal süreçte işlenen maddelerden arta kalan, işe yaramayan bölüm.

atom : Bir elementin özelliklerini taşıyan en küçük parçası.

B

bağışıklık : 1. Bazı mikroplara karşı aşı veya doğal yolla kazanılmış direnç durumu.

2. Bir organizmada, mikroorganizmalara ve bunların meydana getirdiği maddelere karşı meydana getirilen ve normal olmayan şartlara karşı koymayı sağlayan doğal ya da sonradan kazanılan direnç.

bakteri : Zarla çevrili gerçek ve belirgin çekirdeği, organelleri bulunmayan canlı.

beherglas : Laboratuvarda sıvıları depolamak, karıştırmak ve ısıtmak için kullanılan ateşe dayanıklı silindir şeklinde cam malzeme.

bileşik : İki veya daha çok maddenin belirli oranlarda tepkimeye girerek meydana getirdikleri, özellikleri kendisini oluşturan maddelerden farklı ve bileşenlerinin fiziksel yollarla birbirinden ayrılamadığı madde.

bistüri : Kesme ve kesi yapma amacıyla kullanılan bir çeşit bıçak, neşter.

biyokimya : Canlıların kimyasını inceleyen, biyolojinin ve kimyanın bir dalı.

Ç

çimlenme : Tohumda bulunan embriyonun nem, sıcaklık gibi uygun şartlar olduğunda yeni bir bitki vermek üzere gelişmeye başlaması, filizlenmesi.

D

difüzyon : Moleküllerin hareket enerjileriyle çok yoğun ortamdan az yoğun ortama hareket etmesi.

DNA : Genetik bilgileri içeren; deoksiriboz, fosfat ve azotlu organik bazlardan (adenin, sitozin, guanin ve timin) oluşan, ikili sarmal yapıdaki molekül, deoksiribonükleikasit.

doku : Bitki ve hayvan organlarını meydana getiren, aynı görevi yapmak üzere bir arada bulunan, benzer hücre topluluklarının hücreler arası maddeyle beraber oluşturdukları yapı.

E

element : Kimyasal yöntemlerle ayrıştırılamayan veya bileşim yoluyla elde edilemeyen madde.

embriyo : Döllenmiş yumurtadan (zigot) meydana gelen ve gelişmenin erken evrelerinde olan genç organizma.

emisyon : Gazların ya da gaz karışımlarının atmosfere verilmesi, yayılması, atmosferi kirletmesi.

enfeksiyon : Hastalık etkeni mikroorganizmaların bir organizmaya girmesi ve çoğalması ile meydana gelen durum.

enzim : Canlı hücrelerde biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde görev alan biyolojik katalizör.

eşeyli üreme : Erkek ve dişi üreme hücrelerinin birleşerek zigotu meydana getirmesiyle gerçekleşen üreme şekli.

eşeysiz üreme : Bir canlının özelleşmiş üreme hücrelerini meydana getirmeden tıpatıp atasına benzer canlılar oluşturmasını sağlayan üreme şekli.

F

fizyoloji : Organizmaların ve onların sistem, organ, doku ve hücrelerinin işlevlerini; bu işlevlerin nasıl yerine getirildiğini inceleyen bilim dalı.

fonksiyon : Bir organ ya da bölgeye özgü olan doğal faaliyet, görev, işlev.

fosil yakıt : Hidrokarbon içeren, kömür, petrol ve doğal gaz gibi doğal enerji kaynaklarının genel adı.

fotosentez : Klorofil içeren canlıların ışık varlığında, inorganik bileşiklerden organik moleküller üretmesi.

G

gen : Deoksiribonükleik asit (DNA) molekülü üzerinde bulunan, protein ya da RNA sentezi için gerekli bilgiyi taşıyan bölüm.

genetik : Kalıtım birimi olan genlerin yapısını, görevini ve bir dölden diğerine nasıl aktarıldığını inceleyen bilim dalı, kalıtım bilimi.

H

heterotrof : Kendi besinini üretemediği için gerekli organik maddeleri dışardan almak zorunda olan organizma.

hiyerarşi : Makam sırası, basamak, derece düzeni, aşama sırası.

hormon : İç salgı bezleri tarafından salgılanıp kana verilerek vücudun başka bölgesindeki hücre ya da hücre gruplarını faaliyete geçiren, farklı kimyasal yapılara ve etki şekillerine sahip haberci maddelerin genel adı.

hücresel solunum : Organik besin yapı taşlarının oksijen kullanarak ya da kullanmadan daha küçük moleküllere yıkımı.

I

ışık mikroskobu : Işık kaynağı olarak Güneş ışığının veya bir lamba ışığının görülebilir dalga boyunun, büyültücü eleman olarak da cam mercek sistemlerinin kullanıldığı mikroskop türlerinin genel adı.

İ

inorganik madde : Canlılar tarafından sentezlenemeyen, yapılarında karbon zinciri bulundurmayan karbondioksit, su, tuz vb. maddeler.

K

kan plazması : Toplam kanın yaklaşık yarısını meydana getiren sıvı bileşeni.

kimyasal gübre : Toprakta olması gereken, toprakta eksilen inorganik maddeleri desteklemek amacı ile doğal olmayan kimyasal yöntemlerle üretilen madde.

klorofil : Fotosentez olayında güneş enerjisini kimyasal enerjiye çevirmekte rol alan yeşil pigment maddesi.

kloroplast : Yeşil renkli klorofil pigmentini taşıyan plastit.

L

lenf : Lenf damarları içerisinde dolaşan, kan plazması ve lenf proteinlerinden oluşan dolaşım sıvısı.

M

melanin : Vücutta deri, kıl ve göze renk veren, hücre içi veya hücreler arasında bulunan, kahverengimsi siyah tanecikli bir pigment.

metabolizma : Canlı organizmaların hücrelerinde meydana gelen, enzimlerle kontrol edilerek madde yapımı ve enerji üretimini gerçekleştiren olaylar.

mineral : Normal sıcaklıkta doğada katı durumda birtakım maddelerle karışık veya bileşik olarak bulunan veya kimyasal yollarla elde edilen inorganik maddelerin genel adı.

molekül : Element veya bileşikleri oluşturan ve onların özgül niteliklerini gösteren en küçük birim.

moleküler biyoloji : Canlılardaki olayları moleküler seviyede inceleyen biyoloji dalı.

N

nodül : Baklagiller ile azot depo eden bakterilerin ortak yaşamaları sonucu köklerde meydana gelen yumru şeklindeki yapılar.

nükleer enerji : Atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türü.

nükleik asit : Bütün canlı hücrelerde ve virüslerde bulunan, başlıca görevi genetik bilgi aktarımını sağlamak olan, nükleotit birimlerinden oluşmuş polimer.

O

organ : Vücudun, belirli bir görev yapan ve sınırları kesin olarak belirlenmiş bölümü.

organel : Hücre içinde belirli görevi yapmak üzere özelleşmiş ve zarla çevrilmiş çekirdek, mitokondri vb. yapıların genel adı.

organik : Canlı organizmadan elde edilen, yapısında karbon içeren bileşik.

organizma : Yaşamsal işlevlerini devam ettirebilen herhangi bir canlı varlık.

Ö

ökaryot hücre : Zarla çevrilmiş çekirdeği ve organelleri bulunan hücre.

P

parazit : Asalak, başka bir organizmanın içinde ve üzerinde kendisine besin ve barınak temini için kendi yararına fakat o organizmaya zarar vererek yaşayan canlı.

penset : Paslanmaz çelikten yapılmış, laboratuvarda deneyler sırasında küçük parçaları tutmakta kullanılan cımbıza benzeyen aygıt.

pH : Bir sıvının asitlik ya da bazlık derecesi, hidrojen iyonu derişimi.

preparat : Mikroskobik inceleme için hazırlanmış lam, lamel ve doku örneğinden oluşan nesne.

prokaryot hücre : Zarla çevrilmiş özel organelleri olmayan hücre.

protein : Yapısında karbon, hidrojen, oksijen ve azot bulunduran, amino asitlerden meydana gelen temel moleküller.

protist : Genelde bir hücreli olan; hayvan, bitki ya da mantar olarak değerlendirilemeyen ökaryot canlı grubu.

R

radyoaktif madde : Atomları kendiliğinden ışıma yaparak parçalanan, radyasyona neden olan madde.

replikasyon : DNA molekülünün kendi kopyasını oluşturması, eşlenme, kopyalama.

reseptör : Hücre içinde ya da üzerinde hormon, ilaç, virüs vb.nin özel olarak bağlandığı ve bazı hâllerde özel bir hücre cevabının verilmesine yol açan veya bunların hücreye girmesini sağlayan, protein ya da glikoproteinden oluşan yer veya yapı.

RNA : Protein sentezinde önemli rol oynayan, DNA'daki gen bölgelerinin şifrelerini içeren tek zincirli ribonükleotit polimeri, ribonükleikasit.

S

selüloz : Çok sayıda glikozun birleşmesi ile oluşan bitki hücrelerinin çeperini oluşturan polisakkarit.

sendrom : Bir hastalığı karakterize eden klinik belirtilerin tümü.

serum : 1. Kanın pıhtılaşmasından sonra ayrılan sıvı kısım.

2. Bazı hastalıkların tedavisinde kullanılan ve antikor içeren sıvı.

siyanobakteri : Mavi yeşil algler olarak da adlandırılan, oksijen üreten fotosentetik prokaryotlar.

T

teknoloji : İnsanın maddi çevresini denetlemek ve değiştirmek amacıyla geliştirdiği araç gereçlerle bunlara ilişkin bilgilerin tümü.

tohum : Bitkilerde döllenmeden sonra tohum taslaklarının gelişmesiyle meydana gelen ve yeni bir bitki oluşmasını sağlayan yapı.

U

uzuv : Canlılarda belirli belli başlı görevleri yerine getiren vücut bölümü, organ, üye.

V

varyasyon : Canlılar arasında eşeyli üreme, mutasyon ya da çevresel etkiler sonucunda oluşan farklılıklar.

virüs : Sadece içine girdiği bir başka hücre ya da organizma içinde yeniden üreyebilen ancak hücresel yapısı olmayan varlık.

Y

yenilenebilir enerji : Güneş ve rüzgâr gibi zaman içinde yenilenebilen kaynaklardan elde edilen enerji.

yumurta : Dişi üreme hücresi.

Z

zigot : Döllenmiş yumurta hücresi.

DİZİN

A

abiyotik faktör, 116, 117, 118, 119
aşırı avlanma, 144
ayrıştırıcı, 116, 120, 123, 124
azot döngüsü, 132, 133

B

bağımsız genler, 80, 81
bağlı genler, 81, 82
besin ağı, 126, 127
besin piramidi, 128
besin zinciri, 125, 126
biyokütle, 128
biyolojik birikim, 128, 129
biyolojik çeşitlilik, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162
biyotik faktör, 116, 120, 121
bölünerek üreme, 28, 29

Ç

çelikle üreme, 32, 34
çok alellilik, 76, 77

D

daldırma, 32
doğum öncesi tanı, 89
doku kültürü, 34

E

ekolojik ayak izi, 145, 146
ekosistem, 114, 115, 116
enerji piramidi, 128
erozyon, 137, 143, 144
eş baskınlık, 76, 77, 78
eşey kromozomu (bkz. gonozom)
eşeye bağlı kalıtım, 83
eşeyli üreme, 31, 32, 34, 38, 40, 45, 47, 48, 49

G

gamet bulma, 67
gen-kromozom teorisi (bkz. kalıtımın kromozomal teorisi)
gonozom, 83, 84
güneş ışığı (abiyotik faktör olarak), 116, 117

H

habitat, 117, 156
hava kirliliği, 138
hemofili, 86
hermafroditlik, 49
heterotrof, 122, 123
holozoik beslenme, 122
homolog kromozom, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 66, 85
hücre döngüsü, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27

İ

iklim (abiyotik faktör olarak), 118
interfaz, 20, 21, 22, 41, 42

K

kalıtımın kromozomal teorisi, 80
kan grupları, 76, 77, 78, 79
kan uyuşmazlığı, 79
kanser, 27, 52
karbon döngüsü, 131
kendileştirme, 64
kentleşme, 136, 138, 139
komünite, 115
kromozom haritası, 83
kromozom sayısı, 38, 39, 40
krossing over, 42, 43, 45, 81, 83, 99
küresel iklim değişikliği, 143

M

madde döngüleri, 130, 131, 132, 133
mayoz, 36, 37, 38, 39, 40, 41
melezleme, 61, 65
Mendel, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68
mitotik faz, 21
mitoz, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
monohibrit çaprazlama, 68, 69, 70
mutasyon, 98, 99

N

nüfus artışı, 136, 137, 138, 154

O

olasılık ilkeleri, 61, 62
orman yangınları, 144, 148
ototrof, 122

P

partenogenez, 31, 32
pH, 99, 119
popülasyon, 114, 115
Punnett karesi, 69, 70, 75, 78

R

radyoaktif kirlilik, 140, 141
rejenerasyonla üreme, 30
rekombinasyon, 82, 96, 98
renk körlüğü, 84, 85
replikasyon, 19, 20, 41
rizom, 33

S

ses kirliliği, 141, 142
sıcaklık (abiyotik faktör olarak), 117, 118
sitokinez, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 43, 44
soyağacı, 87, 88, 89, 90
sporla üreme, 30
stolon, 33
su döngüsü, 130
su (abiyotik faktör olarak), 119
su kirliliği, 139, 148
sürdürülebilirlik, 154, 155
sürünücü gövde ile üreme, 33

T

tetrat, 42, 43, 45
tomurcuklanma ile üreme, 29
tomurcuklanma (bkz. tomucuklanma ile üreme)
toprak (abiyotik faktör olarak), 120
toprak kirliliği, 140, 148
mineral (abiyotik faktör olarak), 120
tüketici (bkz. heterotrof)

Ü

üretici, (bkz. ototrof)

V

varyasyon, 96, 98
vejetatif üreme, 32, 33, 34

Y

yumru ile üreme, 33

KAYNAKÇA

Arslan, O., Bahar, M. & Özel, Ç. A. (2012). *Genel Biyoloji Laboratuvar Kılavuzu.* Ankara: Palme Yayıncılık.

Bahar, M., Nartgün, Z., Bıçak, B. & Durmuş, S. (2012). *Geleneksel-Tamamlayıcı Ölçme ve Değerlendirme Teknikleri Öğretmen El Kitabı.* Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Baykul, Y. & Turgut, M.F. (2012). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Biyoloji Terimleri Sözlüğü. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Campbell, R. (2013). *Biyoloji*. (E. Günduz, A. Demirsoy & İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Demirsoy, A. (1991). *Kalıtım ve Evrim*. Ankara: Meteksan Yayınları.

Demirsoy, A. (2006). *Yaşamın Temel Kuralları* (Cilt 1). Ankara: Meteksan Yayınları.

Esin, C. (2020). *Katı Atık Yönetimi ve Model Önerisi: Mamak Belediyesi Örneği*. Dönem Projesi. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları.

Graham, L., Graham, J., & Wilcox, L. (2004). *Bitki Biyolojisi*. (K. Işık, Çev.) Ankara: Palme Yayınları.

Gülen, Ö.K. (1985). *Biyolojik Koleksiyonlar ve Laboratuvar Tekniği*, Ankara: Hacettepe Taş Kitapçılık.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. edlr. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*. İstanbul.

Keeton, W., & Gould, J. (2003). *Genel Biyoloj*i (Cilt 1). (A. Demirsoy, İ. Türkan & İ. Gündüz, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Kiziroğlu, İ. (2001). *Ekolojik Potpuri*. Ankara: TAKAV Yayınevi.

Kiziroğlu, İ. (1998). *Ekolojik Potpuri*. Ankara: Desen Yayınları.

MEB (2018). *Ortaöğretim Lise 10. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı*. Ankara.

Odum, E., & Barrett, G. (2008). *Ekoloji'nin Temel İlkeleri*. (K. Işık, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Özçalık, M. (Ed). (2021). *Çevre Sorunları*. Ankara: Iksad Yayınları.

Sturtevant, A.H. (2001). *A History Of Genetics*. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Turhan, Ş. (2005). *Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım*. Tarım Ekonomisi Dergisi*,* 11 (1), 13-24.

Türkçe Sözlük. (2011). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Yıldırım, C. (1991). *Bilim Tarihi,* İstanbul: Remzi Kitabevi.

GENEL AĞ KAYNAKÇA

GÖRSEL KAYNAKÇA

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

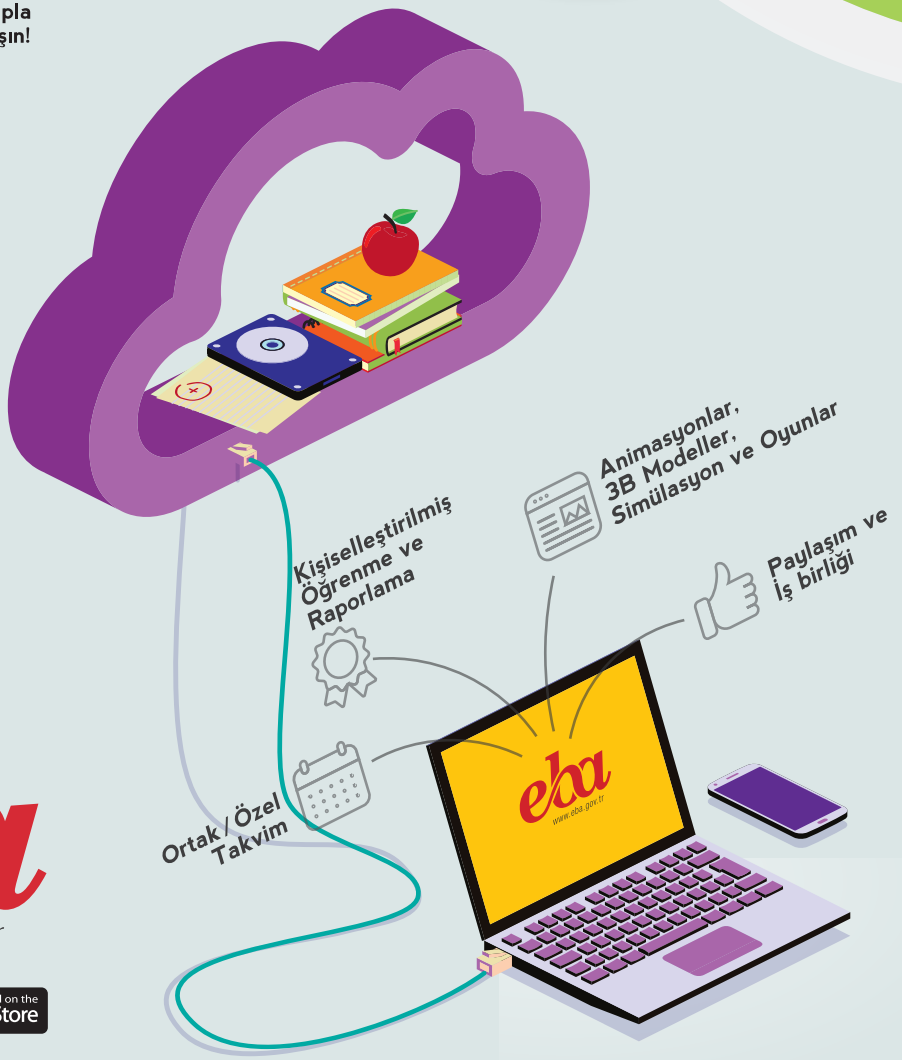
Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN DESTEK SİSTEMİ

https://ods.eba.gov.tr

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



eba
www.eba.gov.tr

Google play | App Store

40181 700982

BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.